



**DIPARTIMENTO VII - VIABILITA' E INFRASTRUTTURE VIARIE**

**PRUSST ASSE TIBURTINO**

RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL C.A.R.  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE  
DA ALBUCCIONE FINO AL C.A.R.

**PROGETTO ESECUTIVO**

**1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227**

**OPERE DI SOSTEGNO  
RELAZIONE DI CALCOLO - MURI**

ELABORATO

**5.010**

COD. ELABORATO:

**ATESTRL01B**

NOME FILE:

**5.010\_ATESTRL01B.pdf**

SCALA

-

**RESPONSABILE  
DELL'ISTRUTTORIA**

*Dott. Ing. ANDREA RUGGERI*

**PROGETTISTA**



**COORDINATORE DEL GRUPPO  
DI PROGETTAZIONE:**

**ING. F. NICCHIARELLI**

**PROGETTISTI:**

**ING. G. PIAZZA  
ING. M. DI GIROLAMO  
ARCH. M. ROSSI  
ING. E. DI PLACIDO  
ING. S. ZANNOTTI  
ING. A. SCHIRRIPIA  
DIS. A. MARONCELLI**

**GEOLOGIA:**

**DOTT. GEOL. M. LANZINI**

**IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO  
RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO**  
*Dott. Ing. CLAUDIO DI BLAGIO*

| N. | DATA            | DESCRIZIONE          | ESEGUITO | CONTROLLATO | APPROVATO    |
|----|-----------------|----------------------|----------|-------------|--------------|
| 0  | OTTOBRE-2018    | EMISSIONE            | -        | -           | NICCHIARELLI |
| 1  | NOVEMBRE - 2018 | AGG. PER VALIDAZIONE | -        | -           | NICCHIARELLI |
| 2  | --.--           | -                    | -        | -           | -            |
| 3  | --.--           | -                    | -        | -           | -            |
| 4  | --.--           | -                    | -        | -           | -            |

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>PARAMETRI DI RIFERIMENTO .....</b>                           | <b>6</b>  |
| 2.1      | Coordinate di riferimento e parametri caratteristici .....      | 6         |
| 2.2      | Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento .....      | 6         |
| <b>3</b> | <b>NORMATIVA .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>                      | <b>8</b>  |
| 4.1      | Calcestruzzo per opere in elevazione.....                       | 8         |
| 4.2      | Calcestruzzo per opere in fondazione .....                      | 8         |
| 4.3      | Acciaio da armatura .....                                       | 8         |
| 4.4      | Acciaio da carpenteria metallica (palancole).....               | 8         |
| 4.5      | Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure .....     | 8         |
| <b>5</b> | <b>PARAMETRI GEOTECNICI.....</b>                                | <b>9</b>  |
| 5.1.1    | Muri di sostegno.....   | 9         |
| 5.1.2    | Palancole .....   | 9         |
| 5.2      | Verifiche agli SLU – Muri in c.a.....                           | 10        |
| 5.3      | Analisi con il software Paratie_Plus .....                      | 11        |
| 5.4      | Coefficienti di spinta .....                                    | 11        |
| <b>6</b> | <b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>                                | <b>13</b> |
| 6.1      | Azioni permanenti.....  | 13        |
| 6.1.1    | Peso proprio degli elementi strutturali.....                    | 13        |
| 6.1.2    | Spinta delle terre.....   | 13        |
| 6.2      | Azione sismica .....  | 13        |
| <b>7</b> | <b>MURI IN C.A. - VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI .....</b> | <b>15</b> |
| 7.1      | Modello di calcolo .....  | 15        |
| 7.1.1    | Calcolo della spinta sul muro .....                             | 15        |

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 7.1.2        | Metodo di Culmann.....                     | 15        |
| <b>7.1.3</b> | <b>Spinta in presenza di sisma.....</b>    | <b>16</b> |
| 7.1.4        | Verifica a ribaltamento .....              | 17        |
| <b>7.1.5</b> | <b>Verifica a scorrimento .....</b>        | <b>17</b> |
| 7.1.6        | Verifica al carico limite .....            | 18        |
| 7.1.7        | Verifica alla stabilità globale .....      | 19        |
| <b>7.2</b>   | <b>Muro di controripa tipo PIH5.....</b>   | <b>20</b> |
| 7.2.1        | Verifiche geotecniche .....                | 20        |
| 7.2.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 20        |
| 7.2.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 24        |
| 7.2.4        | Verifica a taglio .....                    | 29        |
| <b>7.3</b>   | <b>Muro di controripa tipo PIH4.....</b>   | <b>30</b> |
| 7.3.1        | Verifiche geotecniche .....                | 30        |
| 7.3.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 31        |
| 7.3.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 34        |
| 7.3.4        | Verifica a taglio .....                    | 39        |
| <b>7.4</b>   | <b>Muro di controripa tipo PIH3.....</b>   | <b>40</b> |
| 7.4.1        | Verifiche geotecniche .....                | 40        |
| 7.4.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 40        |
| 7.4.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 44        |
| 7.4.4        | Verifica a taglio .....                    | 49        |
| <b>7.5</b>   | <b>Muro di controripa tipo PIH2.....</b>   | <b>50</b> |
| 7.5.1        | Verifiche geotecniche .....                | 50        |
| 7.5.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 50        |
| 7.5.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 54        |
| 7.5.4        | Verifica a taglio .....                    | 59        |
| <b>7.6</b>   | <b>Muro di controripa tipo PVH2 .....</b>  | <b>60</b> |
| 7.6.1        | Verifiche geotecniche .....                | 60        |
| 7.6.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 61        |
| 7.6.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 65        |
| 7.6.4        | Verifica a taglio .....                    | 69        |
| <b>7.7</b>   | <b>Muro di controripa tipo PVH1 .....</b>  | <b>70</b> |
| 7.7.1        | Verifiche geotecniche .....                | 71        |
| 7.7.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 71        |
| 7.7.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 75        |
| 7.7.4        | Verifica a taglio .....                    | 80        |
| <b>7.8</b>   | <b>Muro di imbocco SUD .....</b>           | <b>81</b> |
| 7.8.1        | Verifiche geotecniche .....                | 81        |
| 7.8.2        | Verifica a flessione del paramento .....   | 82        |
| 7.8.3        | Verifica a flessione della fondazione..... | 86        |
| 7.8.4        | Verifica a taglio .....                    | 91        |
| <b>7.9</b>   | <b>Palancolato metallico .....</b>         | <b>91</b> |
| 7.9.1        | Modello di calcolo .....                   | 91        |
| 7.9.2        | Sezione palancole .....                    | 92        |
| 7.9.3        | Sovraccarichi permanenti .....             | 92        |
| 7.9.4        | Sovraccarichi variabili .....              | 92        |
| 7.9.5        | Risultati dell'analisi.....                | 93        |
| 7.9.6        | Riepilogo sollecitazioni .....             | 93        |
| 7.9.7        | Verifiche strutturali palancole .....      | 93        |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 7.9.8   | Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva ..... | 95        |
| <b>ALLEGATI.....</b>  |  | <b>96</b> |
| 7.10  | Metodo di analisi.....   | 96        |
| 7.11  | File di INPUT - muro di controripa PIH5 .....                  | 99        |
| 7.12  | File di INPUT - muro di controripa PIH4 .....                  | 145       |
| 7.13  | File di INPUT - muro di controripa PIH3 .....                  | 191       |
| 7.14  | File di INPUT - muro di controripa PIH2 .....                  | 237       |
| 7.15  | File di INPUT - muro di sostegno tipo PVH2.....                | 285       |
| 7.16  | File di INPUT - muro di sostegno tipo PVH1.....                | 324       |
| 7.17  | File di INPUT - muro di imbocco SUD .....                      | 351       |
| 7.18  | File di INPUT - Palancole .....                                | 390       |
| Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di input (.d).....     |  | 390       |
| Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di output (.out) ..... |  | 391       |
| Design Assumption : A2+M2+R1 - File di Paratie - File di input (.d).....                      |  | 410       |
| Design Assumption : A2+M2+R1 - File di Paratie - File di output (.out) .....                  |  | 411       |



## **PRUSST Asse Tiburtino**

### **Raddoppio via Tiburtina fino al C.A.R.**

### **Allargamento via Tiburtina a 4 corsie da Albuccione al C.A.R.**

#### **1 PREMESSA**

La presente relazione illustra le opere di sostegno (muri in c.a. e palancole) nell'ambito del progetto definitivo - esecutivo di allargamento della Via Tiburtina a 4 corsie nel tratto da Albuccione allo svincolo con il C.A.R., con riferimento alle progressive dalla Pk 1+788.086 alla Pk 3+227.631.

Nel tratto sono presenti e quindi sono state analizzate, le seguenti tipologie di muro:

#### ***Muri a paramento inclinato***

- Muro di controripa tipo PIH5: con paramento di altezza  $4.00\text{ m} < H < 5.00\text{ m}$ ;
- Muro di controripa tipo PIH4: con paramento di altezza  $3.00\text{ m} < H < 4.00\text{ m}$ ;
- Muro di controripa tipo PIH3: con paramento di altezza  $2.00\text{ m} < H < 3.00\text{ m}$ ;
- Muro di controripa tipo PIH2: con paramento di altezza  $1.00\text{ m} < H < 2.00\text{ m}$ ;

#### ***Muri a paramento verticale***

- Muro di controripa tipo PVH2: con paramento di altezza  $1.00\text{ m} < H < 2.00\text{ m}$ ;
- Muro di controripa tipo PVH1: con paramento di altezza  $H \leq 2.00\text{ m}$ ;

#### ***Muri a paramento verticale***

- Muro di imbocco SUD: con paramento di altezza  $3.50\text{ m} < H < 5.15\text{ m}$ ;

È stata inoltre analizzata la seguente tipologia di paratia provvisoria:

- Palancolato metallico: altezza massima di scavo  $H = 3.25\text{ m}$

I calcoli e le verifiche di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale e sono stati condotti nel rispetto del metodo

semiprobabilistico agli stati limite. È stata, inoltre, eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure.

Per ogni altro riferimento e per indicazioni più dettagliate si rimanda agli elaborati grafici di cui la presente è parte integrante nonché alla relazione di calcolo del progetto originario.

Poiché si prevede che la durata di progetto delle Palancole sia inferiore a 2 anni, la normativa NTC 2008 consente l'omissione delle verifiche sismiche.

## **2 PARAMETRI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 Coordinate di riferimento e parametri caratteristici**

I parametri caratteristici del sito in esame sono riferiti alle seguenti coordinate geografiche:

Località: [Comune di Guidonia Montecelio \(RM\)](#)  
Latitudine: [41.9946](#)  
Longitudine: [12.7233](#)

La categoria del sottosuolo ed i coefficienti di amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e topografica ( $S_T$ ) sono di seguito riportati:

Categoria del sottosuolo: [Tipo C](#)  
Coeff. di ampl. stratigrafica ( $S_s$ ): [1.45](#)  
Coeff. di ampl. topografica ( $S_T$ ): [1.00](#)

### **2.2 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento**

Di concerto con la Committenza si è fatto riferimento a:

Tipo di Costruzione: [2](#)  
Vita Nominale VN: [50 anni](#)  
Classe d'uso: [III](#)  
Coefficiente d'uso CU: [1.5](#)  
Periodo di riferimento VR: [50 x 1.5 = 75 anni](#)

### **3     NORMATIVA**

Tutti i calcoli riportati nella presente relazione sono stati eseguiti nel rispetto delle seguenti normative:

#### **Legge 5.11.1971 n.1086**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

#### **D.M. LL.PP. 14.02.1992**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

#### **Circ. Min. LL.PP. 24.06.1993 n.37406**

Istruzioni relative alle “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M. 14.02.1992.

#### **C.N.R. 18 luglio 1980**

Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione delle opere in cemento armato e cemento armato precompresso con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

#### **D.M. LL.PP. 11.03.1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

#### **D.M. 14-01-2008**

Norme tecniche per le costruzioni.

#### **Circ. 2-02-2009, n.617**

Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.



## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

In riferimento ai materiali utilizzati, si riportano le principali caratteristiche assunte nei calcoli.

### 4.1 Calcestruzzo per opere in elevazione

Calcestruzzo a prestazione garantita conforme a UNI EN 206-1 con le seguenti caratteristiche:

|   |         |
|---|---------|
| - Classe di resistenza caratteristica a compressione: | C 32/40 |
| - Classe di esposizione (PrEN 206):                   | XC4     |
| - Dimensione massima dell'aggregato:                  | 32 mm   |
| - Classe di consistenza allo scarico:                 | S4      |
| - Copriferro  | 40 mm   |

### 4.2 Calcestruzzo per opere in fondazione

Calcestruzzo a prestazione garantita conforme a UNI EN 206-1 con le seguenti caratteristiche:

|   |         |
|---|---------|
| - Classe di resistenza caratteristica a compressione: | C 25/30 |
| - Classe di esposizione (PrEN 206):                   | XC2     |
| - Dimensione massima dell'aggregato:                  | 32 mm   |
| - Classe di consistenza allo scarico:                 | S4      |
| - Copriferro  | 40 mm   |

### 4.3 Acciaio da armatura

Acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, saldabile

$$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$$

$$(f_y/f_{ynom})_k \leq 1.25; (f_t/f_y)_k \text{ medio } \geq 1.15 \text{ NTC 2008}$$

$f_y$  = TENSIONE DI SNERVAMENTO

$f_t$  = TENSIONE DI ROTTURA

Sovrapposizione delle barre > 50 °

### 4.4 Acciaio da carpenteria metallica (palancole)

Acciaio tipo S275J0W (UNI-EN 10025-5)

| Caratteristiche dei materiali - Acciaio da carpenteria palancole | var        | unità |        |
|--|------------|-------|--------|
| Resistenza caratteristica di snervamento acciaio sp.<= 40 mm     | fsk1       | Mpa   | 275    |
| Resistenza caratteristica di snervamento acciaio sp.> 40 mm      | fsk2       | Mpa   | 255    |
| Modulo elastico acciaio  | Ea         | Mpa   | 210000 |
| coefficiente parziale di resistenza                              | $\gamma_a$ |       | 1.05   |
| resistenza di calcolo sp. <=40 mm                                | fad1       | Mpa   | 261.9  |
| resistenza di calcolo sp. >40 mm                                 | fad2       | Mpa   | 242.9  |

### 4.5 Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

Conformemente a quanto riportato negli elaborati grafici del progetto originale si fa riferimento alle seguenti condizioni ambientali (armatura poco sensibile):

#### Calcestruzzo per opere di fondazione:

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Classe di esposizione | XC2       |
| Condizioni ambientali | ordinarie |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stato limite di fessurazione (comb. frequente)  $w_3=0,4$  mm  
Stato limite di fessurazione (comb. quasi permanente)  $w_2=0,3$  mm

**Calcestruzzo per opere in elevazione:**

Classe di esposizione XC4  
Condizioni ambientali aggressive  
Stato limite di fessurazione (comb. frequente)  $w_2=0,3$  mm  
Stato limite di fessurazione (comb. quasi permanente)  $w_1=0,2$  mm

**5 PARAMETRI GEOTECNICI**

**5.1.1 Muri di sostegno**

Per il calcolo della struttura sono stati utilizzati i seguenti parametri geotecnici:

**Per il terreno di rinfilanco:**

Peso per unità di volume del terreno:  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Angolo di attrito:  $\phi = 35^\circ$   
Coesione:  $c' = 0 \text{ kPa}$

**Per il terreno di fondazione:**

Peso per unità di volume del terreno:  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Angolo di attrito:  $\phi = 30^\circ$   
Coesione:  $c' = 5 \text{ kPa}$

**5.1.2 Palancole**

Per le palancole metalliche provvisionali sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici.

| Litotipi            |       |                      | Parametri geotecnici |            |             |         |
|---------------------|-------|----------------------|----------------------|------------|-------------|---------|
| Quota               | Cod.  | Descrizione          | $\gamma$ (KN/mc)     | $c'$ (Kpa) | $\phi'$ (°) | E (kPa) |
| da q.c. a -2.00 m   | R     | Terreni di riporto   | 17                   | 0          | 28          | 3000    |
| Da -2.00 a -12.90 m | PN/PR | Pozzolane Nere/Rosse | 17                   | 5          | 33          | 15000   |

## 5.2 Verifiche agli SLU – Muri in c.a.

La normativa prescrive che vengano considerati i seguenti stati limite:

Stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
- SLU di tipo strutturale (STR)

La verifica di stabilità globale è stata condotta secondo

**L'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2),**

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2008.

Le rimanenti verifiche sono state condotte secondo:

**L'Approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1+R1),**

**L'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2),**

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008.

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

| CARICHI                                   | EFFETTO     | Coefficiente Parziale<br>$\gamma_F$ (o $\gamma_E$ ) | EQU | (A1)<br>STR | (A2)<br>GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti                                | Favorevole  | $\gamma_{G1}$                                       | 0,9 | 1,0         | 1,0         |
|   | Sfavorevole |   | 1,1 | 1,3         | 1,0         |
| Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup> | Favorevole  | $\gamma_{G2}$                                       | 0,0 | 0,0         | 0,0         |
|   | Sfavorevole |   | 1,5 | 1,5         | 1,3         |
| Variabili                                 | Favorevole  | $\gamma_{Qi}$                                       | 0,0 | 0,0         | 0,0         |
|   | Sfavorevole |   | 1,5 | 1,5         | 1,3         |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

| PARAMETRO                                       | GRANDEZZA ALLA QUALE<br>APPLICARE IL<br>COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE<br>PARZIALE<br>$\gamma_M$ | (M1) | (M2) |
|---|---|--|------|------|
| Tangente dell'angolo di<br>resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$  | $\gamma_{\phi'}$                       | 1,0  | 1,25 |
| Coesione efficace                               | $c'_k$  | $\gamma_c$                             | 1,0  | 1,25 |
| Resistenza non drenata                          | $c_{uk}$  | $\gamma_{cu}$                          | 1,0  | 1,4  |
| Peso dell'unità di volume                       | $\gamma$  | $\gamma_\gamma$                        | 1,0  | 1,0  |

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

| VERIFICA                           | COEFFICIENTE<br>PARZIALE<br>(R1) | COEFFICIENTE<br>PARZIALE<br>(R2) | COEFFICIENTE<br>PARZIALE<br>(R3) |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Capacità portante della fondazione | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,4$                 |
| Scorrimento                        | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,1$                 |
| Resistenza del terreno a valle     | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,0$                 | $\gamma_R = 1,4$                 |

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

| Coefficiente | R2  |
|--------------|-----|
| $\gamma_R$   | 1.1 |

### 5.3 Analisi con il software Paratie\_Plus

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 18.1 prodotto da Harpaceas.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle configurazioni di carico, delle fasi esecutive e di esercizio.

Nel caso in esame, in una generica fase di calcolo dell'analisi d'interazione tra paratia e terreno la soluzione viene a dipendere dal percorso tensio-deformativo seguito dagli elementi schematizzanti il terreno nelle fasi precedenti; dalle variazioni di spinta o reazione del terreno indotte dalla progressione degli scavi, dall'inserimento di tiranti, dalle variazioni delle condizioni idrostatiche e di sovraccarico, etc.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

### 5.4 Coefficienti di spinta

Il coefficiente di spinta a riposo relativo a ciascun strato che compone il modello geotecnici, è stato valutato con la formula di Jaky.

I coefficienti di spinta attiva sono stati valutati in accordo alla formulazione di Coulomb tenendo opportunamente conto dell'angolo di attrito muro-terreno, e dell'inclinazione del versante a monte dell'opera (se presente).

I coefficienti di spinta passiva sono stati valutati con riferimento alle formulazioni proposte da Caquot-Kerisel.

In condizioni statiche l'angolo d'attrito muro-terreno è assunto pari a  $1/2 \phi'$  per le pareti e pari a  $\phi'$  per il contatto in fondazione.

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento (Decreto del 14/01/2008, Norme Tecniche per le Costruzioni).

### 6.1 Azioni permanenti

#### 6.1.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali (G1) è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando un peso per unità di volume pari a 25,00 kN/m<sup>3</sup>.

#### 6.1.2 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta attiva  $K_A$ .

### 6.2 Azione sismica

Si veda l'allegato.

Le verifiche di sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche sono state eseguite mediante analisi pseudo statica, mediante i metodi dell'equilibrio limite, secondo quanto previsto dal paragrafo §7.11.6.2.1 delle NTC2008.

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  sono stati valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove:

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

Per il coefficiente  $\beta_m$  si assumono i valori riportati nella Tab. 7.11.II delle norme NTC2008.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

**Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

|                         | Categoria di sottosuolo |            |
|-------------------------|-------------------------|------------|
|                         | A                       | B, C, D, E |
|                         | $\beta_m$               | $\beta_m$  |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,31                    | 0,31       |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,29                    | 0,24       |
| $a_g(g) \leq 0,1$       | 0,20                    | 0,18       |

Si assumono quindi i seguenti parametri:

- Coefficiente di riduzione dell'accelerazione:  $\beta_m = 0.24$ ;

Si sono perciò utilizzati i seguenti parametri per la definizione dell'azione sismica.

**Dettagli Parametri Sismici**

Tipo di Opera: Opera ordinaria

Classe d'Uso: III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose

Vita Nominale: 50 anni

Vita di Riferimento: 75 anni

---

Comune: Guidonia Montecelio

Provincia: Roma

Regione: Lazio

Latitudine: 41.994600

Longitudine: 12.723300

**N.T.C. 2008 - NTC 2018**

|  | SLU    | SLE  |
|--|--------|--|
| Accelerazione al suolo $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]   | 1.637  | 0.733  |
| Accelerazione al suolo $a_g$ [% di g]  | 0.17   | 0.07   |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0  | 2.471  | 2.482  |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*  | 0.310  | 0.282  |
| Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico Ss   | Tipo C | 1.453  |
| Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )  | C      | 0.240  |
| Coefficiente amplificazione topografica S <sub>T</sub>   | T1     | 1.00   |
| $K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m$  |        |  |
| <b>Coeff. di intensità sismica orizzontale Kh [%]</b>  | 5.82   | 2.02   |
| Intensità sismica Verticale/Orizzontale  | 0.50   |  |
| Forma diagramma incremento sismico<br><input type="radio"/> Rettangolare <input checked="" type="radio"/> Stessa forma diagramma statico |        |  |
| <input style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;" type="button" value=" &lt;&lt; Importa parametri sismici &gt;&gt; "/>         |        | <input style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;" type="button" value=" Dettagli &gt;&gt; "/> |

## 7 MURI IN C.A. - VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

### 7.1 Modello di calcolo

---

Per l'analisi ed il calcolo dei muri di sostegno è stato utilizzato il software di calcolo MAX 14.0 prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l.

#### 7.1.1 Calcolo della spinta sul muro

---

Effettuando il calcolo tramite le NTC08 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1 - M1 nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2 - M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

#### 7.1.2 Metodo di Culmann

---

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che, mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta), il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto



all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### 7.1.3 Spinta in presenza di sisma

---

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a:

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

Avendo posto

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Dove  $k_h$  e  $k_v$  sono, rispettivamente, il coefficiente sismico orizzontale e verticale.

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche, l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = \Delta S' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2(\beta)\cos(\theta)}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ . Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il [metodo di Culmann](#) tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso

di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

#### 7.1.4 Verifica a ribaltamento

---

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.00$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo. Il valore di  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

#### 7.1.5 Verifica a scorrimento

---

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.00$ .

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione  $\delta_f$  diversi autori suggeriscono di assumere un valore pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

#### 7.1.6 Verifica al carico limite

---

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.00$ .

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = cN_c d_c i_c + qN_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- $\varphi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_q = A \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\varphi)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

#### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \varphi > 0$$

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\varphi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$
$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$
$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

#### 7.1.7 Verifica alla stabilità globale

---

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.00$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \cdot \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

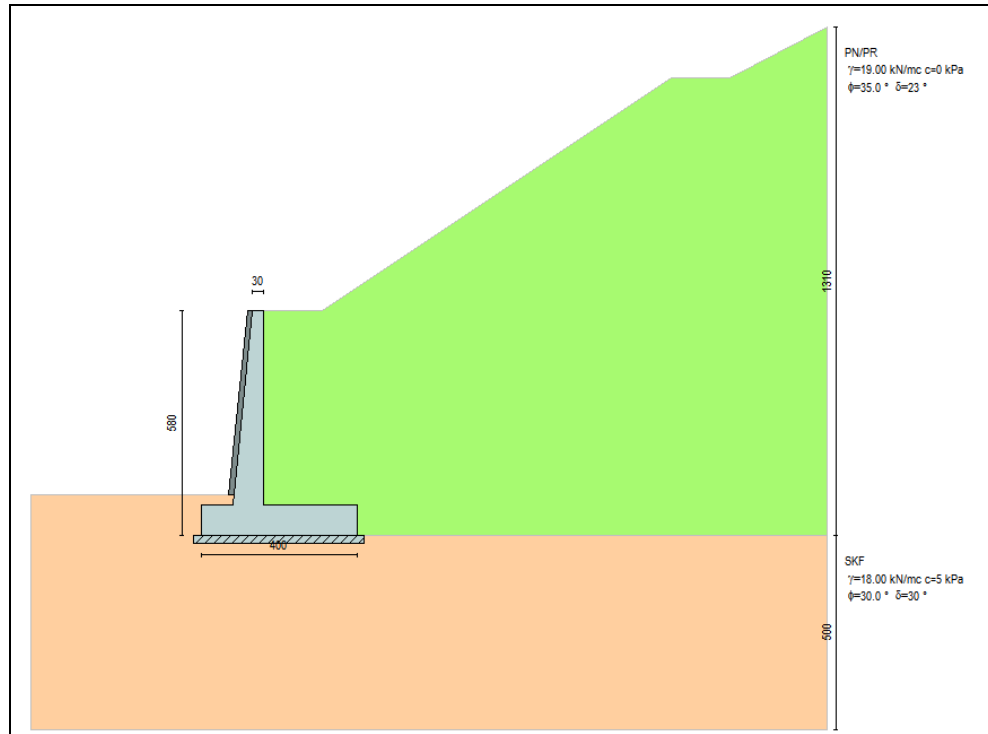
In questa espressione  $\eta$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\varphi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## 7.2 Muro di controripa tipo PIH5

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al [muro di controripa a paramento inclinato di altezza 4.00 m < H < 5.00 m](#).



### 7.2.1 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

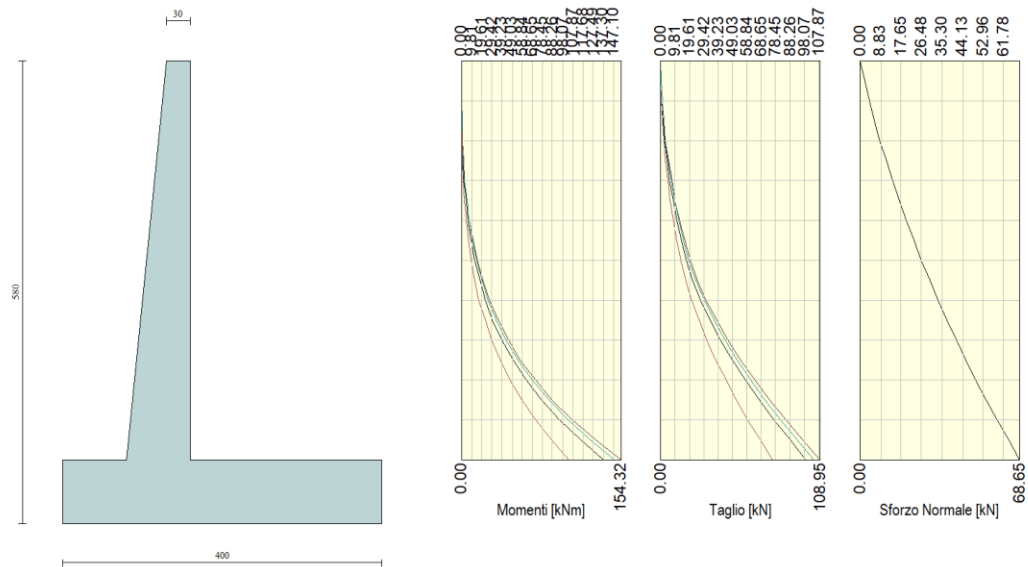
| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 1.37        | 2.07        | --          | 236.6529   | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 1.88        | --          | --          | --          | 292.3844   | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.30        | 265.8040   | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 1.29        | <b>1.78</b> | --          | 182.0407   | 49.5559         |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>1.27</b> | 1.83        | --          | 182.0407   | 39.6070         |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>1.13</b> | --          | --          | --          | 265.8040   | 432.9916        |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 1.16        | --          | --          | --          | 265.8040   | 431.2913        |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.19        | 265.8040   | 431.2913        |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.18</b> | 265.8040   | 432.9916        |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 1.71        | 2.98        | --          | 182.0407   | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 1.71        | 2.98        | --          | 182.0407   | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 1.71        | 2.98        | --          | 182.0407   | 0.0000          |

### 7.2.2 Verifica a flessione del paramento

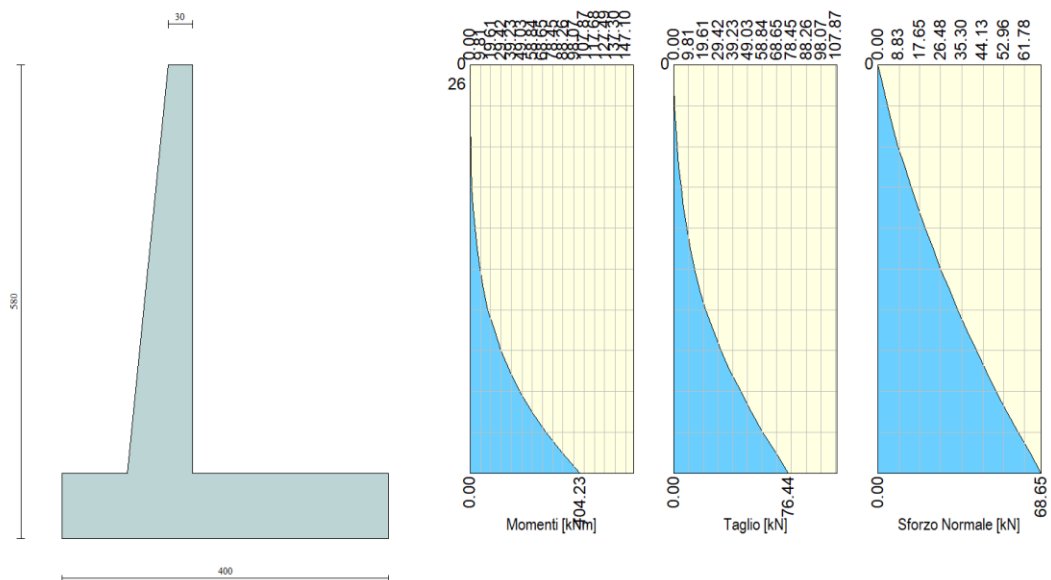
Sollecitazioni agli SLU.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*



Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø18/20. La fondazione sarà armata con Ø18/20. Non occorrono armature a taglio.

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1           | -50.0  | 0.0    |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 2 | -50.0 | 80.0 |
| 3 | 50.0  | 80.0 |
| 4 | 50.0  | 0.0  |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.1    | 18        |
| 2       | 40.0   | 6.1    | 18        |
| 3       | -40.0  | 73.9   | 18        |
| 4       | 40.0   | 73.9   | 18        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 18 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 18 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |        |      |      |      |
|---------|--|--------|------|------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |        |      |      |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 68.00  | 154.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|---------|--|--------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1       | 68.00  | 105.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |    |    |
|---------|--|----|----|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |    |    |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |    |    |
| N°Comb. | N  | Mx | My |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |       |        |      |
|---|-------|--------|------|
| 1 | 68.00 | 105.00 | 0.00 |
|---|-------|--------|------|

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx     | My   |
|---------|-------|--------|------|
| 1       | 68.00 | 105.00 | 0.00 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N°Comb | Ver | N     | Mx     | My   | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|-------|--------|------|-------|--------|--------|----------|
| 1      | S   | 68.00 | 154.00 | 0.00 | 67.91 | 384.78 | 0.00   | 2.499    |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01789 | -50.0  | 80.0   | -0.00031 | -40.0  | 73.9   | -0.04260 | -40.0  | 6.1    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000623820 | -0.046405609 | ---- | ----   |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xf min, Yf min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Af eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
Srm Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)  
K3 Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni  
Ap.fess. Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC.

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 1.91   | 50.0   | 80.0   | -94.3  | 0.0    | 6.1    | 1718    | 12.7    | 328 | 0.187 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

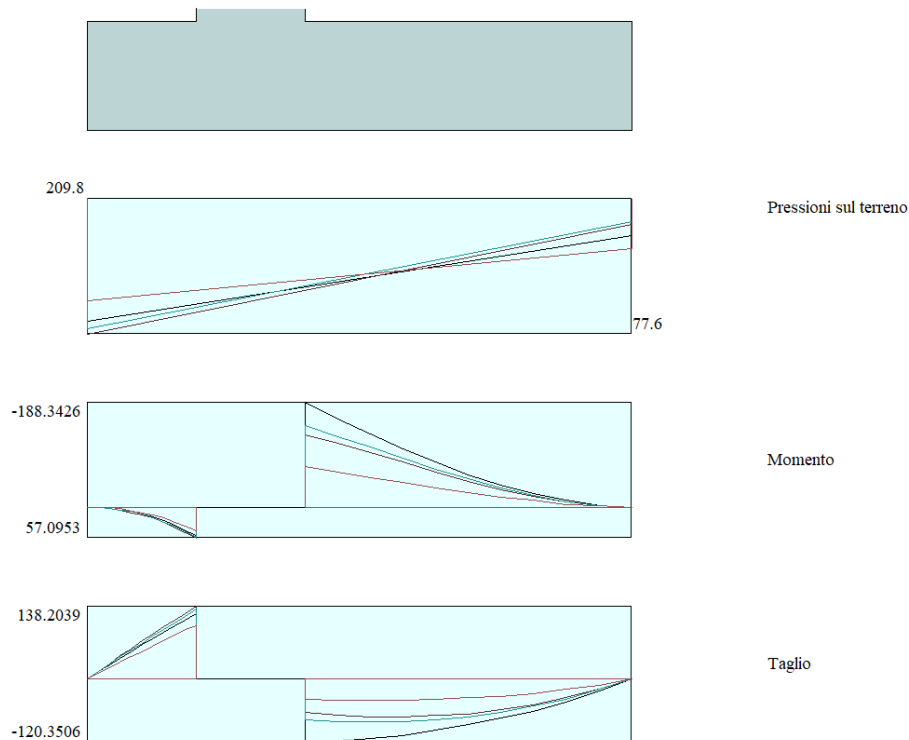
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 1.91   | 50.0   | 80.0   | -94.3  | 0.0    | 6.1    | 1718    | 12.7    | 328 | 0.187 | 0.105     |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 1.91   | 50.0   | 80.0   | -94.3  | 0.0    | 6.1    | 1718    | 12.7    | 328 | 0.187 | 0.105     |

### 7.2.3 Verifica a flessione della fondazione

Sollecitazioni agli SLU.

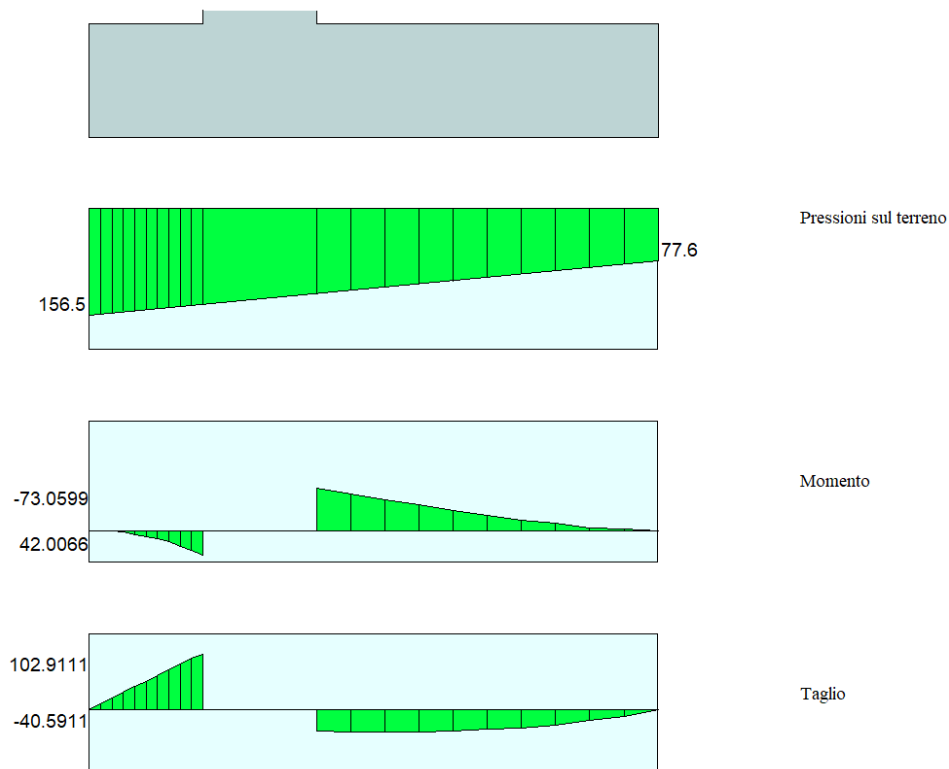


Sollecitazioni agli SLE.



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1           | -50.0  | 0.0    |
| 2           | -50.0  | 80.0   |
| 3           | 50.0   | 80.0   |
| 4           | 50.0   | 0.0    |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | Diam Ø [mm] |
|----------|--------|--------|-------------|
| 1        | -40.0  | 6.1    | 18          |
| 2        | 40.0   | 6.1    | 18          |
| 3        | -40.0  | 73.9   | 18          |
| 4        | 40.0   | 73.9   | 18          |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N° Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N° Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N° Gen. | N° Barra Ini. | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø  |
|---------|---------------|---------------|----------|----|
| 1       | 1             | 2             | 3        | 18 |
| 2       | 3             | 4             | 3        | 18 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |         |      |      |      |
|---------|--|---------|------|------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |         |      |      |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |         |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |         |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |         |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx      | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | -190.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | 58.00   | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|---------|--|--------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1       | 0.00   | -74.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | 42.00  | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|---------|--|--------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1       | 0.00   | -74.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | 42.00  | 0.00 |

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|---------|--|--------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1       | 0.00   | -74.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | 42.00  | 0.00 |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

|        |  |
|--------|--|
| Ver    | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata               |
| N      | Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)            |
| Mx     | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My     | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N ult  | Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)    |
| Mx ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia    |
| My ult | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia    |



**PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole**

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$

| N°Comb | Ver | N    | Mx      | My   | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|------|---------|------|-------|---------|--------|----------|
| 1      | S   | 0.00 | -190.00 | 0.00 | 0.00  | -361.42 | 0.00   | 1.902    |
| 2      | S   | 0.00 | 58.00   | 0.00 | 0.00  | 361.42  | 0.00   | 6.231    |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01880 | -50.0  | 0.0    | -0.00047 | -40.0  | 6.1    | -0.04457 | -40.0  | 73.9   |
| 2      | 0.00350 | -0.01880 | -50.0  | 80.0   | -0.00047 | -40.0  | 73.9   | -0.04457 | -40.0  | 6.1    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000650462 | 0.003500000  | 0.073 | 0.700  |
| 2      | 0.000000000 | 0.000650462  | -0.048536935 | 0.073 | 0.700  |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xf min, Yf min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Af eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
Srm Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)  
K3 Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni  
Ap.fess. Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC.

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 1.32   | -50.0  | 0.0    | -84.3  | 20.0   | 73.9   | 1718    | 12.7    | 304 | 0.193 |
| 2      | S   | 0.75   | 50.0   | 80.0   | -47.8  | 20.0   | 6.1    | 1718    | 12.7    | 304 | 0.193 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 1.32   | -50.0  | 0.0    | -84.3  | 20.0   | 73.9   | 1718    | 12.7    | 304 | 0.193 | 0.087     |
| 2      | S   | 0.75   | 50.0   | 80.0   | -47.8  | 20.0   | 6.1    | 1718    | 12.7    | 304 | 0.193 | 0.049     |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3 | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |   |      |       |      |       |      |      |      |      |     |       |       |
|---|---|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-----|-------|-------|
| 1 | S | 1.32 | -50.0 | 0.0  | -84.3 | 20.0 | 73.9 | 1718 | 12.7 | 304 | 0.193 | 0.087 |
| 2 | S | 0.75 | 50.0  | 80.0 | -47.8 | 20.0 | 6.1  | 1718 | 12.7 | 304 | 0.193 | 0.049 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.2.4 Verifica a taglio

Le sollecitazioni massime di taglio agenti risultano pari a **109 kN** per il piedritto e **138.2 kN** per la fondazione.

| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b>   | <b>Paramento Fondazione</b> |              |
|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa            | 40                          | 30           |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa            | 33.2                        | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |                | 1.50                        | 1.50         |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |                | 0.85                        | 0.85         |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa            | 18.8                        | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa            | 450                         | 450          |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa            | 391.3                       | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Altezza  | H                     | m              | 0.80                        | 0.80         |
| Larghezza  | B                     | m              | 1.00                        | 1.00         |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m <sup>2</sup> | 0.80                        | 0.80         |
| Larghezza anima  | bw                    | m              | 1.00                        | 1.00         |
| copriferro   | c                     | m              | 0.061                       | 0.061        |
| altezza utile della sezione  | d                     | m              | 0.74                        | 0.74         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN             | 68.0                        | 0.0          |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |                |                             |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq            | 1270                        | 1270         |
| Coefficiente k   | k                     | m              | 1.52                        | 1.52         |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |                | 0.4                         | 0.3          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |                | 0.00172                     | 0.00172      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa            | 0.09                        | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>      | <b>250.3</b>                | <b>218.9</b> |

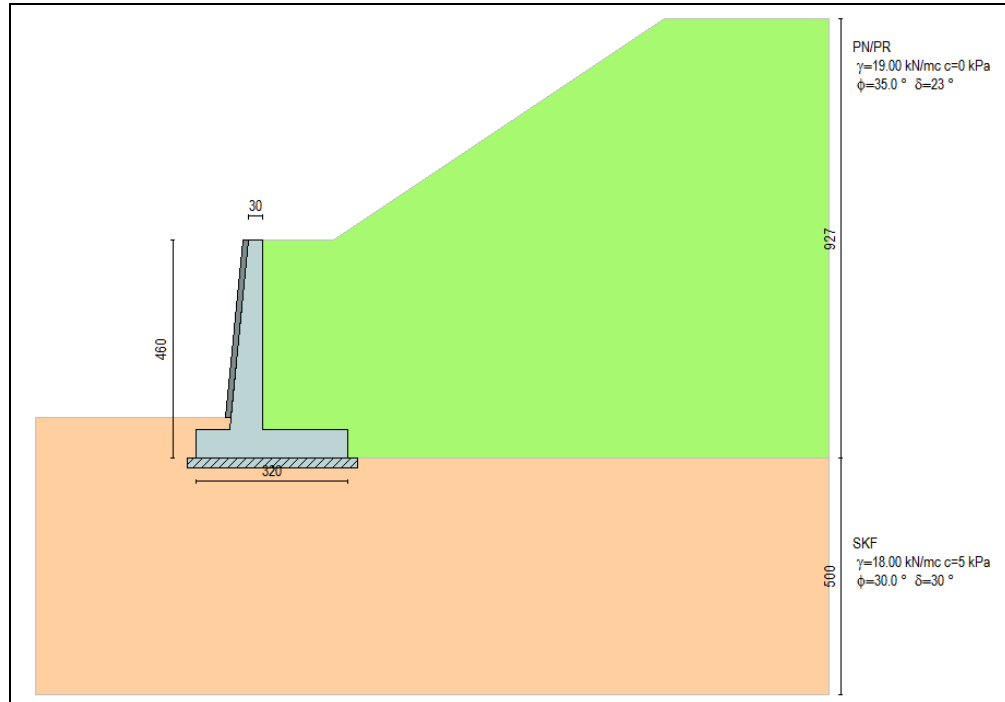
Le verifiche risultano soddisfatte.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

### 7.3 Muro di controripa tipo PIH4

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al [muro di controripa a paramento inclinato di altezza 3.00 m < H < 4.00 m](#).



#### 7.3.1 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

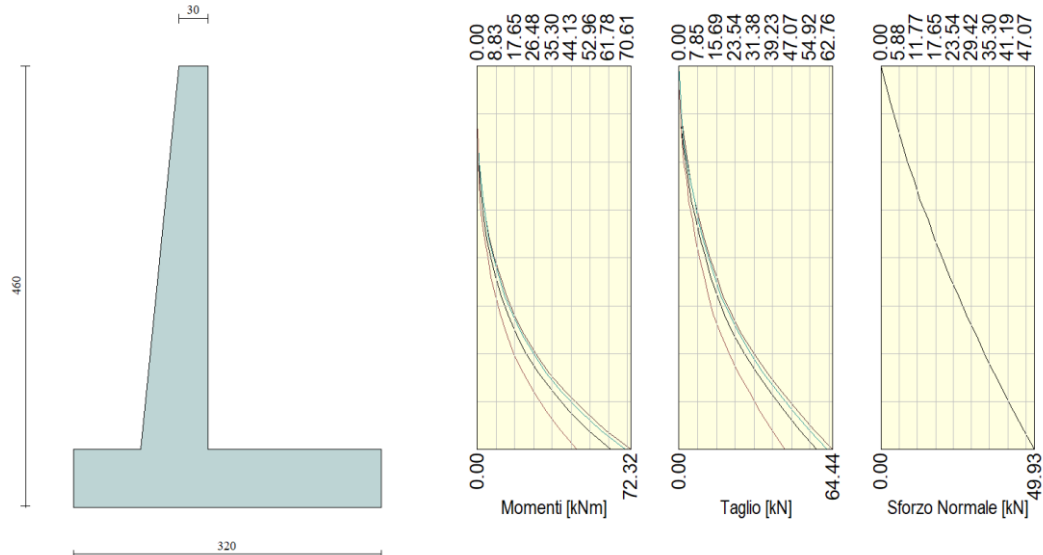
| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 1.47        | 2.75        | --          | 136.1119   | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 2.12        | --          | --          | --          | 158.6556   | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.34        | 144.2324   | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 1.38        | <b>2.40</b> | --          | 104.7015   | 26.9129         |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>1.36</b> | 2.48        | --          | 104.7015   | 20.9198         |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>1.91</b> | --          | --          | --          | 144.2324   | 22.8908         |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 1.97        | --          | --          | --          | 144.2324   | 31.1720         |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.22        | 144.2324   | 31.1720         |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.22</b> | 144.2324   | 22.8908         |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 1.83        | 3.84        | --          | 104.7015   | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 1.83        | 3.84        | --          | 104.7015   | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 1.83        | 3.84        | --          | 104.7015   | 0.0000          |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

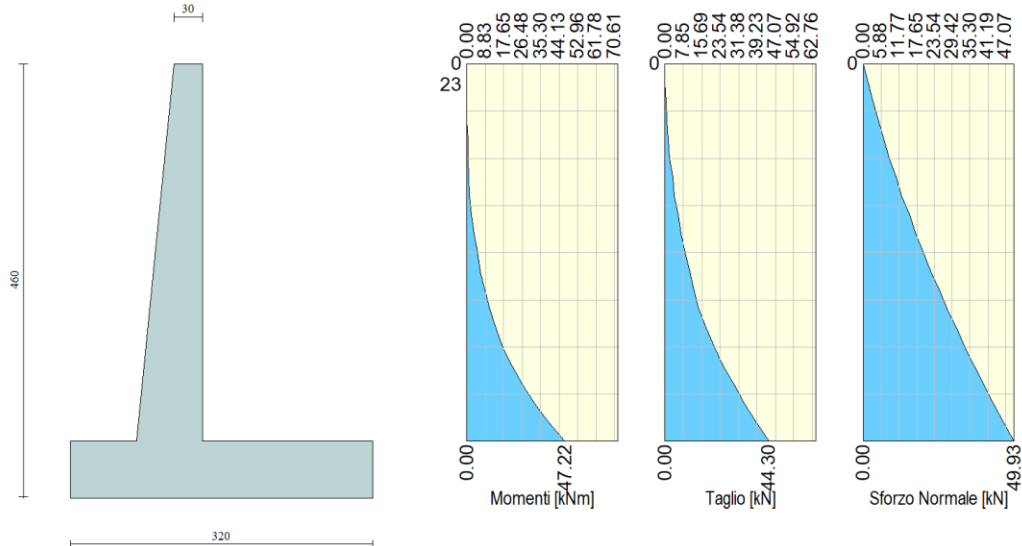
---

### 7.3.2 Verifica a flessione del paramento

Sollecitazioni agli SLU.



Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø16/20. La fondazione sarà armata con Ø16/20. Non occorrono armature a taglio.

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 70.0   |
| 3          | 50.0   | 70.0   |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.0    | 16        |
| 2       | 40.0   | 6.0    | 16        |
| 3       | -40.0  | 64.0   | 16        |
| 4       | 40.0   | 64.0   | 16        |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

|              |   |  |  |  |
|--------------|---|--|--|--|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |  |  |  |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |  |  |  |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |  |  |  |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |  |  |  |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |  |  |  |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 16 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 16 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |       |      |      |      |
|---------|--|-------|------|------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |       |      |      |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |       |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |       |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |       |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx    | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 49.00  | 72.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |  |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |  |

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 49.00 | 48.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |  |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 49.00 | 48.00 | 0.00 |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |
|----|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 49.00 | 48.00 | 0.00 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

|          |   |
|----------|---|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)   |
| Mx       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)   |
| Mx ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia   |
| My ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia   |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$ |

| N°Comb | Ver | N     | Mx    | My   | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|-------|-------|------|-------|--------|--------|----------|
| 1      | S   | 49.00 | 72.00 | 0.00 | 49.04 | 264.91 | 0.00   | 3.679    |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xf max | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf max | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01737 | -50.0  | 70.0   | -0.00067 | -40.0  | 64.0   | -0.04102 | -40.0  | 6.0    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

|         |  |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-----|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000695557 | -0.045188965 | --- | ---    |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

|        |   |
|--------|---|
| Ver    | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                        |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa] |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|                |  |
|----------------|--|
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |
| Xf min, Yf min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| Af eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |
| Srm            | Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)                     |
| K3             | Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni                 |
| Ap.fess.       | Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC.         |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 1.22   | -50.0  | 70.0   | -56.6  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 294 | 0.182 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

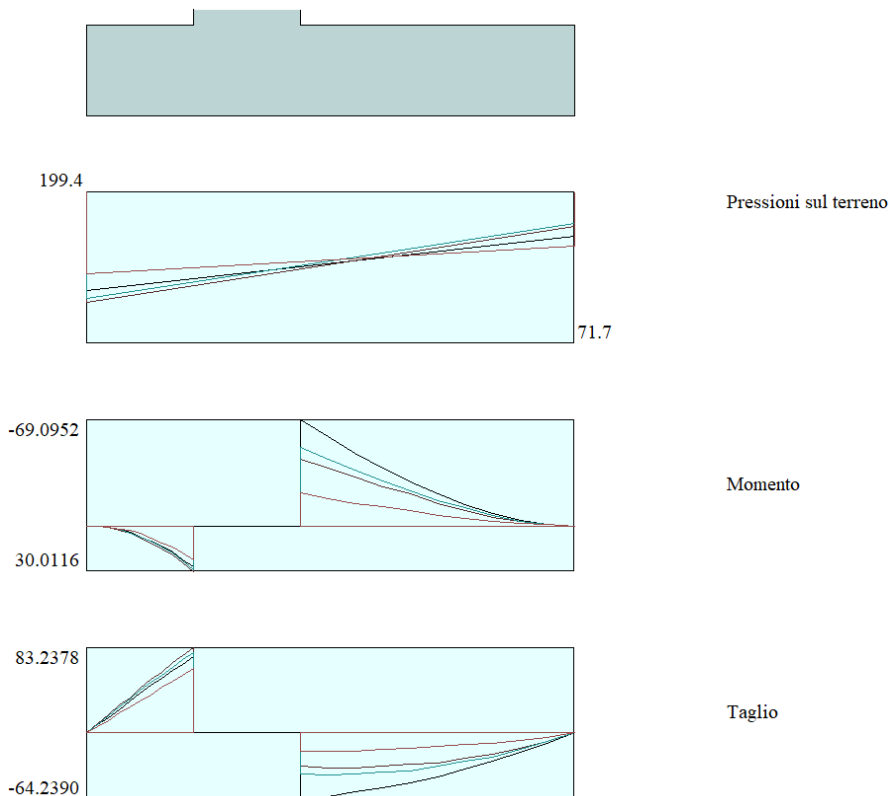
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 1.22   | -50.0  | 70.0   | -56.6  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 294 | 0.182 | 0.057     |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 1.22   | -50.0  | 70.0   | -56.6  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 294 | 0.182 | 0.057     |

7.3.3 Verifica a flessione della fondazione

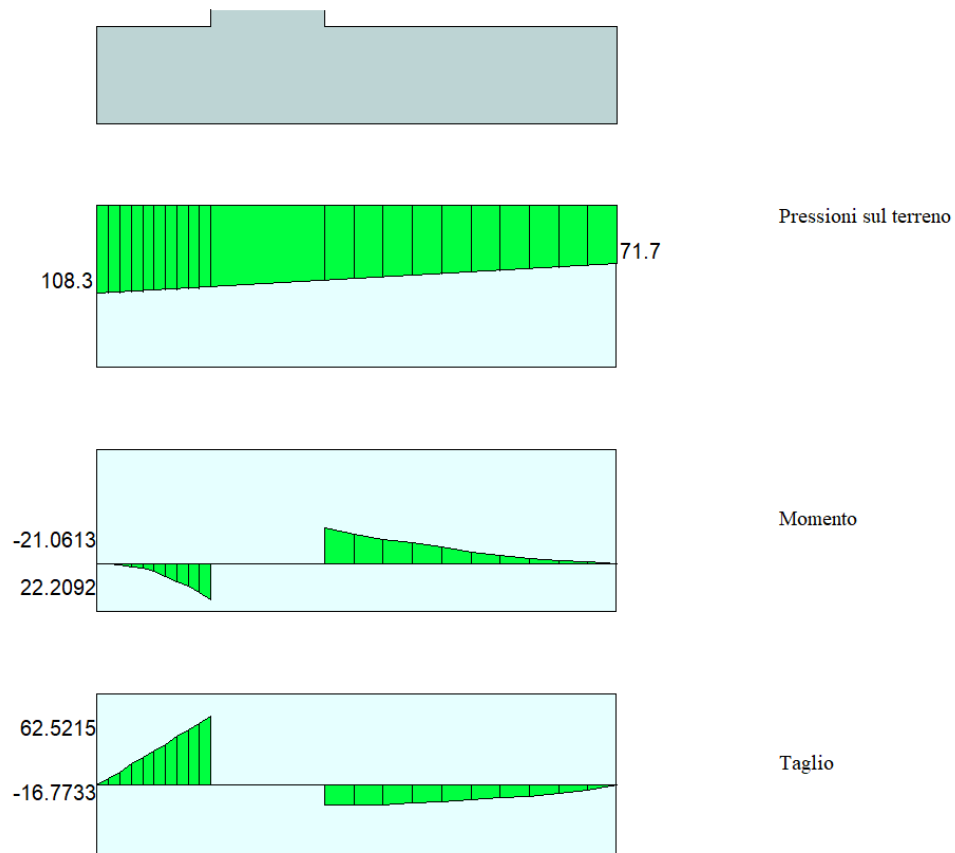
Sollecitazioni agli SLU.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Sollecitazioni agli SLE.



#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 60.0   |
| 3                    | 50.0       | 60.0   |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.0    | 16        |
| 2       | 40.0   | 6.0    | 16        |
| 3       | -40.0  | 54.0   | 16        |
| 4       | 40.0   | 54.0   | 16        |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N° Gen. | N° Barra Ini. | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø  |
|---------|---------------|---------------|----------|----|
| 1       | 1             | 2             | 3        | 16 |
| 2       | 3             | 4             | 3        | 16 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |        |      |      |      |
|----------|--|--------|------|------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |        |      |      |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |      |      |
| Vy       | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |      |      |
| Vx       | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |      |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
| 1        | 0.00   | -70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2        | 0.00   | 31.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 23.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -22.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 23.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -22.00 | 0.00 |

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 23.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -22.00 | 0.00 |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|          |   |
|----------|---|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)   |
| Mx       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)   |
| Mx ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia   |
| My ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia   |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$ |

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | My   | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|
| 1      | S   | 0.00 | -70.00 | 0.00 | 0.00  | -210.91 | 0.00   | 3.013    |
| 2      | S   | 0.00 | 31.00  | 0.00 | 0.00  | 210.91  | 0.00   | 6.804    |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xf max | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf max | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01501 | -50.0  | 0.0    | -0.00082 | -40.0  | 6.0    | -0.03536 | 40.0   | 54.0   |
| 2      | 0.00350 | -0.01501 | -50.0  | 60.0   | -0.00082 | -40.0  | 54.0   | -0.03536 | -40.0  | 6.0    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|         |  |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000719704 | 0.003500000  | 0.090 | 0.700  |
| 2      | 0.000000000 | 0.000719704  | -0.039682237 | 0.090 | 0.700  |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI**

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                                       |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)              |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                         |
| Xf min, Yf min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)            |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre              |
| Af eff.        | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure      |
| Srm            | Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)             |
| K3             | Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni         |
| Ap.fess.       | Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC. |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 0.76   | 50.0   | 60.0   | -45.6  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 293 | 0.180 |
| 2      | S   | 0.72   | 50.0   | 0.0    | -43.6  | 20.0   | 54.0   | 1540    | 10.1    | 293 | 0.180 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3 | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |   |      |      |      |       |      |      |      |      |     |       |       |
|---|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|-------|-------|
| 1 | S | 0.76 | 50.0 | 60.0 | -45.6 | 20.0 | 6.0  | 1540 | 10.1 | 293 | 0.180 | 0.045 |
| 2 | S | 0.72 | 50.0 | 0.0  | -43.6 | 20.0 | 54.0 | 1540 | 10.1 | 293 | 0.180 | 0.043 |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.76   | 50.0   | 60.0   | -45.6  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 293 | 0.180 | 0.045     |
| 2      | S   | 0.72   | 50.0   | 0.0    | -43.6  | 20.0   | 54.0   | 1540    | 10.1    | 293 | 0.180 | 0.043     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.3.4 Verifica a taglio

Le sollecitazioni massime di taglio agenti risultano pari a **65 kN** per il piedritto e **83 kN** per la fondazione.

| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b>   | <b>Paramento Fondazione</b> |              |
|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa            | 40                          | 30           |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa            | 33.2                        | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |                | 1.50                        | 1.50         |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |                | 0.85                        | 0.85         |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa            | 18.8                        | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa            | 450                         | 450          |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa            | 391.3                       | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Altezza  | H                     | m              | 0.70                        | 0.60         |
| Larghezza  | B                     | m              | 1.00                        | 1.00         |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m <sup>2</sup> | 0.70                        | 0.60         |
| Larghezza anima  | bw                    | m              | 1.00                        | 1.00         |
| copriferro   | c                     | m              | 0.060                       | 0.060        |
| altezza utile della sezione  | d                     | m              | 0.64                        | 0.54         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN             | 49.0                        | 0.0          |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |                |                             |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq            | 1005                        | 1005         |
| Coefficiente k   | k                     | m              | 1.56                        | 1.61         |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |                | 0.4                         | 0.4          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |                | 0.00157                     | 0.00186      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa            | 0.07                        | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>      | <b>214.3</b>                | <b>173.8</b> |

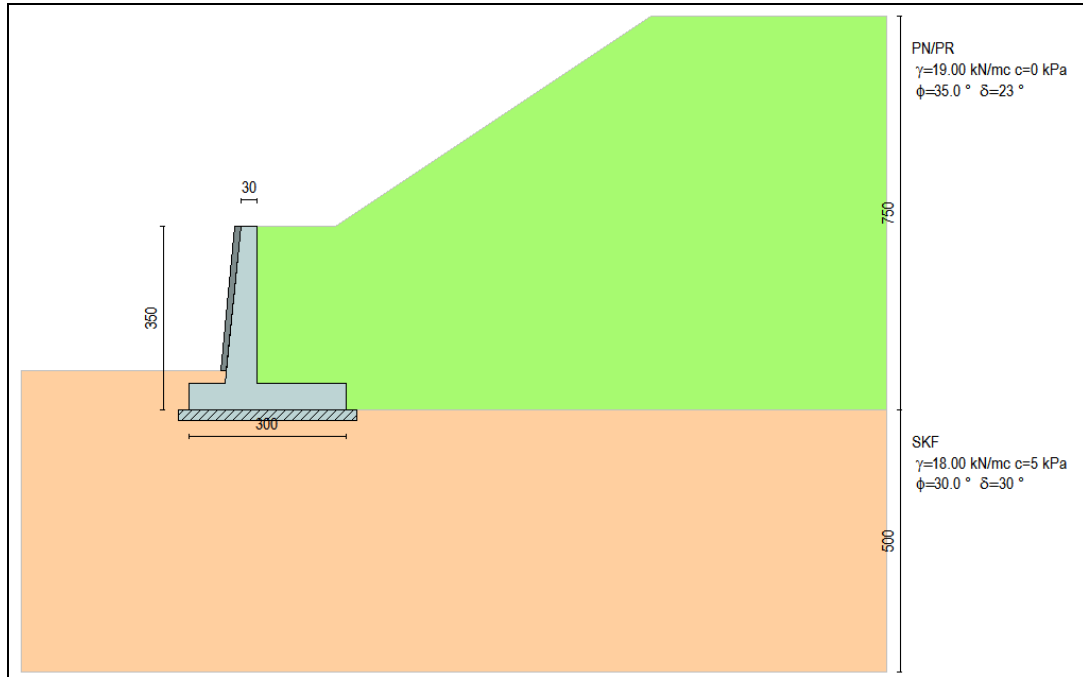
Le verifiche risultano soddisfatte.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.4 Muro di controripa tipo PIH3

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al **muro di controripa a paramento inclinato di altezza 2.00 m < H < 3.00 m**.



##### 7.4.1 Verifiche geotecniche

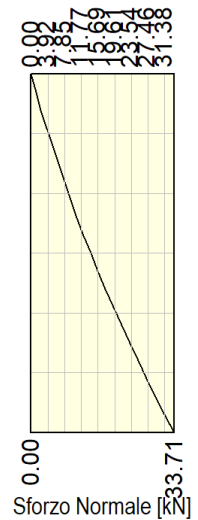
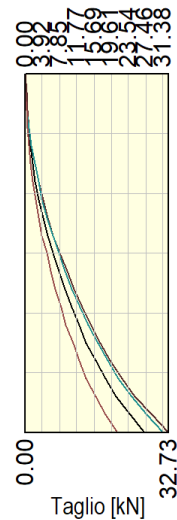
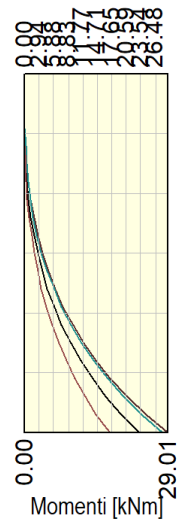
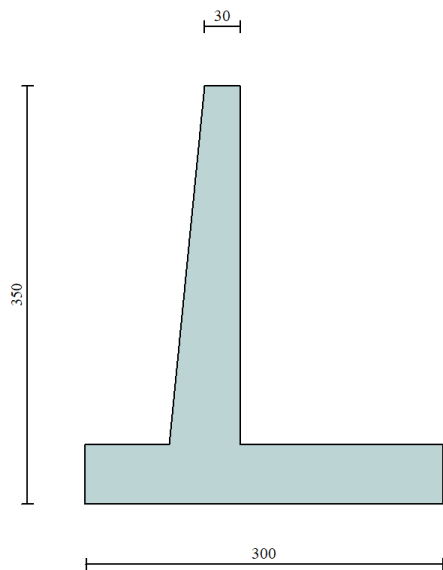
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 1.74        | 4.61        | --          | 80.1004    | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 2.97        | --          | --          | --          | 95.2174    | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.48        | 86.5613    | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 1.58        | <b>3.92</b> | --          | 61.6157    | 16.9407         |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>1.57</b> | 4.06        | --          | 61.6157    | 13.4181         |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>2.58</b> | --          | --          | --          | 86.5613    | 14.6783         |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 2.70        | --          | --          | --          | 86.5613    | 19.6454         |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.34        | 86.5613    | 19.6454         |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.34</b> | 86.5613    | 14.6783         |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 2.19        | 5.79        | --          | 61.6157    | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 2.19        | 5.79        | --          | 61.6157    | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 2.19        | 5.79        | --          | 61.6157    | 0.0000          |

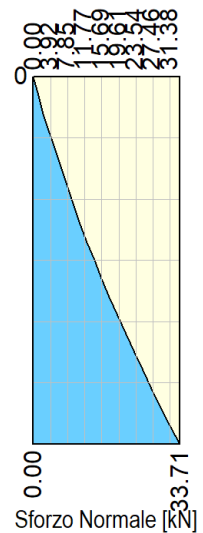
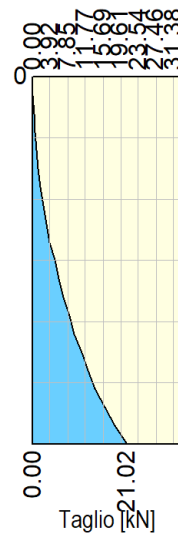
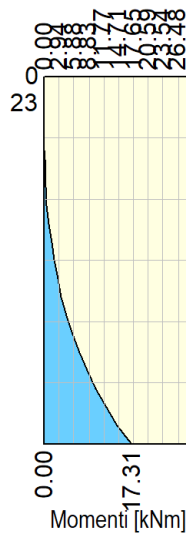
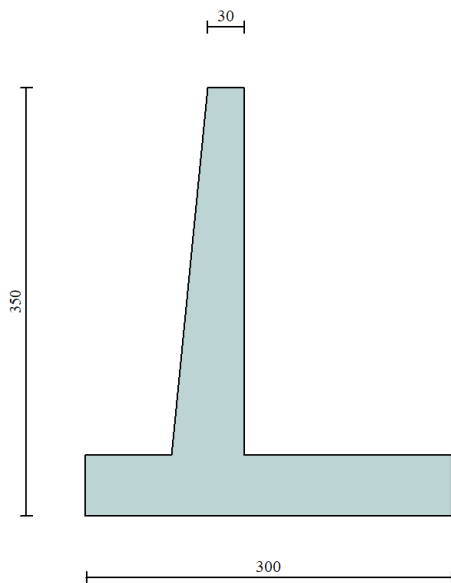
##### 7.4.2 Verifica a flessione del paramento

Sollecitazioni agli SLU.





Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø16/20. La fondazione sarà armata con Ø16/20. Non occorrono armature a taglio.

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1           | -50.0  | 0.0    |
| 2           | -50.0  | 60.0   |
| 3           | 50.0   | 60.0   |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

4 50.0 0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.0    | 16        |
| 2       | 40.0   | 6.0    | 16        |
| 3       | -40.0  | 54.0   | 16        |
| 4       | 40.0   | 54.0   | 16        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 16 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 16 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx    | My   | Vy   | Vx   |
|---------|-------|-------|------|------|------|
| 1       | 33.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 33.00 | 18.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 33.00 | 18.00 | 0.00 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx    | My   |
|---------|-------|-------|------|
| 1       | 33.00 | 18.00 | 0.00 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$

| N°Comb | Ver | N     | Mx    | My   | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|-------|-------|------|-------|--------|--------|----------|
| 1      | S   | 33.00 | 30.00 | 0.00 | 33.11 | 219.18 | 0.00   | 7.306    |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01459 | -50.0  | 60.0   | -0.00072 | -40.0  | 54.0   | -0.03449 | -40.0  | 6.0    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000703446 | -0.038706746 | ---- | ----   |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xf min, Yf min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Af eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Srm Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)  
K3 Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni  
Ap.fess. Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.4.6 NTC.

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 0.59   | -50.0  | 60.0   | -20.3  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 276 | 0.164 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

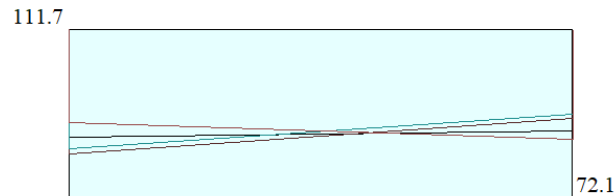
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.59   | -50.0  | 60.0   | -20.3  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 276 | 0.164 | 0.019     |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

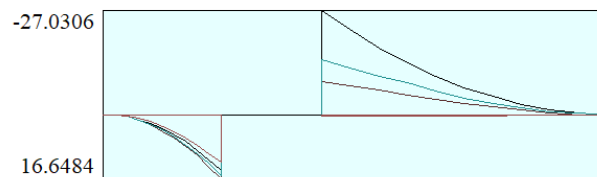
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.59   | -50.0  | 60.0   | -20.3  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 276 | 0.164 | 0.019     |

### 7.4.3 Verifica a flessione della fondazione

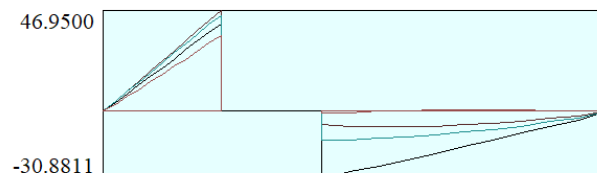
Sollecitazioni agli SLU.



Pressioni sul terreno



Momento

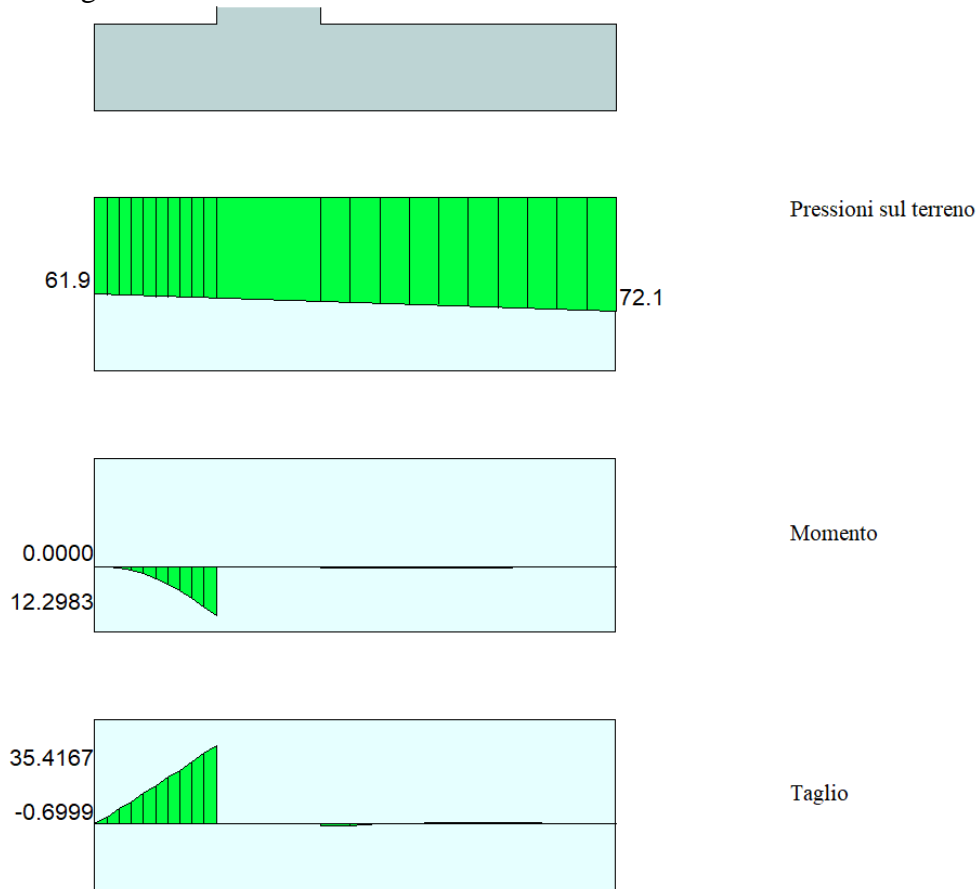


Taglio

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Sollecitazioni agli SLE.



#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 50.0   |
| 3                    | 50.0       | 50.0   |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.0    | 16        |
| 2       | 40.0   | 6.0    | 16        |
| 3       | -40.0  | 44.0   | 16        |
| 4       | 40.0   | 44.0   | 16        |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N° Gen. | N° Barra Ini. | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø  |
|---------|---------------|---------------|----------|----|
| 1       | 1             | 2             | 3        | 16 |
| 2       | 3             | 4             | 3        | 16 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |        |      |      |      |
|----------|--|--------|------|------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |        |      |      |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |      |      |
| Vy       | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |      |      |
| Vx       | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |      |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
| 1        | 0.00   | 17.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -28.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 13.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -13.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 13.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -13.00 | 0.00 |

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N        | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |        |      |
|----------|--|--------|------|
| Mx       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |        |      |
| My       | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |        |      |
| N° Comb. | N  | Mx     | My   |
| 1        | 0.00   | 13.00  | 0.00 |
| 2        | 0.00   | -13.00 | 0.00 |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**



**PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole**

|          |   |
|----------|---|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)   |
| Mx       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)   |
| Mx ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia   |
| My ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia   |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$ |

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | My   | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|------|--------|------|-------|---------|--------|----------|
| 1      | S   | 0.00 | 17.00  | 0.00 | 0.00  | 171.58  | 0.00   | 10.093   |
| 2      | S   | 0.00 | -28.00 | 0.00 | 0.00  | -171.58 | 0.00   | 6.128    |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xf max | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf max | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01192 | -50.0  | 50.0   | -0.00082 | -40.0  | 44.0   | -0.02817 | -40.0  | 6.0    |
| 2      | 0.00350 | -0.01192 | -50.0  | 0.0    | -0.00082 | -40.0  | 6.0    | -0.02817 | 40.0   | 44.0   |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|         |  |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000719714  | -0.032485707 | 0.111 | 0.700  |
| 2      | 0.000000000 | -0.000719714 | 0.003500000  | 0.111 | 0.700  |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI**

|                |   |
|----------------|---|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                 |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)               |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                          |
| Xf min, Yf min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)             |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre               |
| Af eff.        | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure       |
| Srm            | Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)              |
| K3             | Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni          |
| Ap.fess.       | Apertura fessure in mm. (Ap.Limite = 99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC. |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|
| 1      | S   | 0.60   | -50.0  | 50.0   | -31.9  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 279 | 0.166 |
| 2      | S   | 0.60   | -50.0  | 0.0    | -31.9  | 20.0   | 44.0   | 1540    | 10.1    | 279 | 0.166 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3 | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|-----------|





**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |   |      |       |      |       |      |      |      |      |     |       |       |
|---|---|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-----|-------|-------|
| 1 | S | 0.60 | -50.0 | 50.0 | -31.9 | 20.0 | 6.0  | 1540 | 10.1 | 279 | 0.166 | 0.030 |
| 2 | S | 0.60 | -50.0 | 0.0  | -31.9 | 20.0 | 44.0 | 1540 | 10.1 | 279 | 0.166 | 0.030 |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.60   | -50.0  | 50.0   | -31.9  | 20.0   | 6.0    | 1540    | 10.1    | 279 | 0.166 | 0.030     |
| 2      | S   | 0.60   | -50.0  | 0.0    | -31.9  | 20.0   | 44.0   | 1540    | 10.1    | 279 | 0.166 | 0.030     |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.4.4 Verifica a taglio

Le massime sollecitazioni di taglio risultano pari a **33 kN** per il piedritto e a **47 kN** per la fondazione.

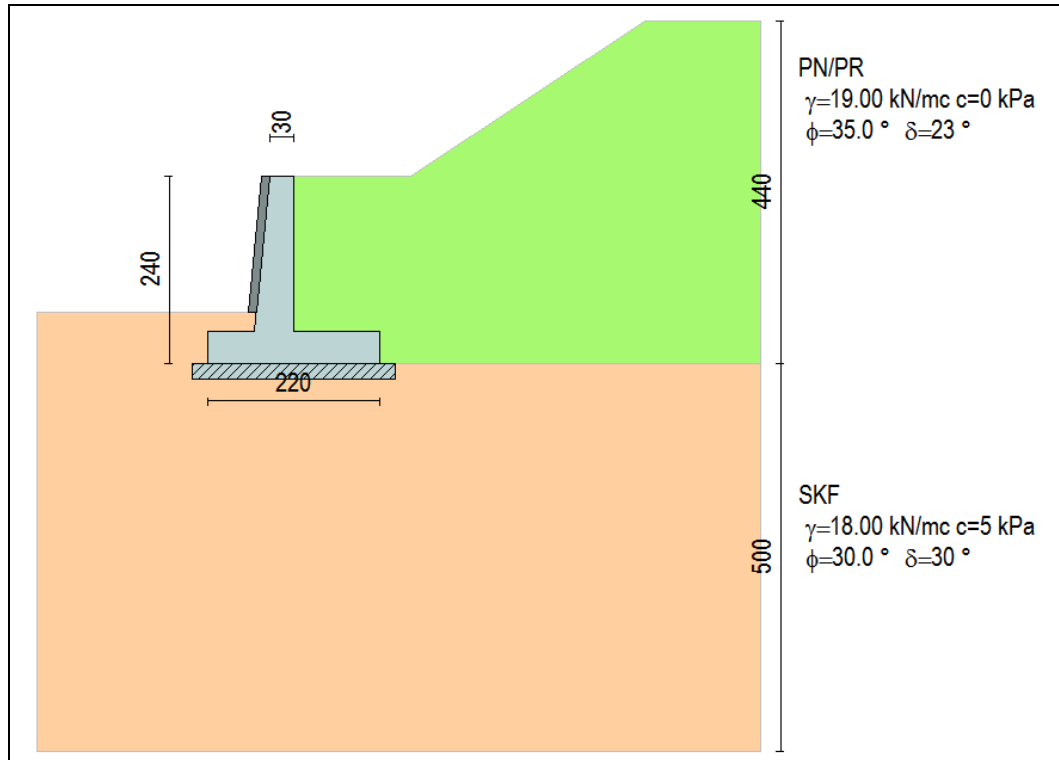
| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b>   | <b>Paramento Fondazione</b> |              |
|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa            | 40                          | 30           |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa            | 33.2                        | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |                | 1.50                        | 1.50         |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |                | 0.85                        | 0.85         |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa            | 18.8                        | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa            | 450                         | 450          |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa            | 391.3                       | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Altezza  | H                     | m              | 0.60                        | 0.50         |
| Larghezza  | B                     | m              | 1.00                        | 1.00         |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m <sup>2</sup> | 0.60                        | 0.50         |
| Larghezza anima  | bw                    | m              | 1.00                        | 1.00         |
| copriferro   | c                     | m              | 0.060                       | 0.060        |
| altezza utile della sezione  | d                     | m              | 0.54                        | 0.44         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN             | 33.0                        | 0.0          |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |                |                             |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq            | 1005                        | 1005         |
| Coefficiente k   | k                     | m              | 1.61                        | 1.67         |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |                | 0.4                         | 0.4          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |                | 0.00186                     | 0.00228      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa            | 0.06                        | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>      | <b>195.7</b>                | <b>157.8</b> |

Le verifiche risultano soddisfatte.



### 7.5 Muro di controripa tipo PIH2

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al **muro di controripa a paramento inclinato di altezza  $1.00\text{ m} < H < 2.00\text{ m}$** .



#### 7.5.1 Verifiche geotecniche

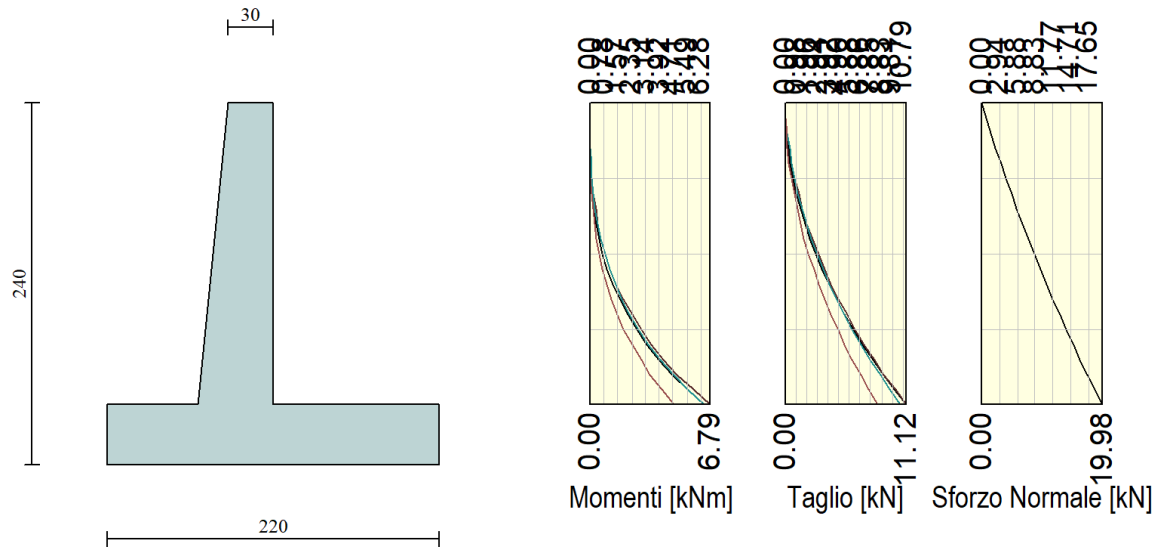
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 2.47        | 7.54        | --          | 27.9472    | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 4.84        | --          | --          | --          | 33.4249    | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.76        | 30.3863    | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 2.14        | <b>6.95</b> | --          | 21.4978    | 5.9156          |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>2.11</b> | 7.27        | --          | 21.4978    | 4.6937          |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>3.77</b> | --          | --          | --          | 30.3863    | 5.6519          |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 4.10        | --          | --          | --          | 30.3863    | 7.3845          |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.56        | 30.3863    | 7.3845          |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.56</b> | 30.3863    | 5.6519          |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 3.14        | 8.78        | --          | 21.4978    | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 3.14        | 8.78        | --          | 21.4978    | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 3.14        | 8.78        | --          | 21.4978    | 0.0000          |

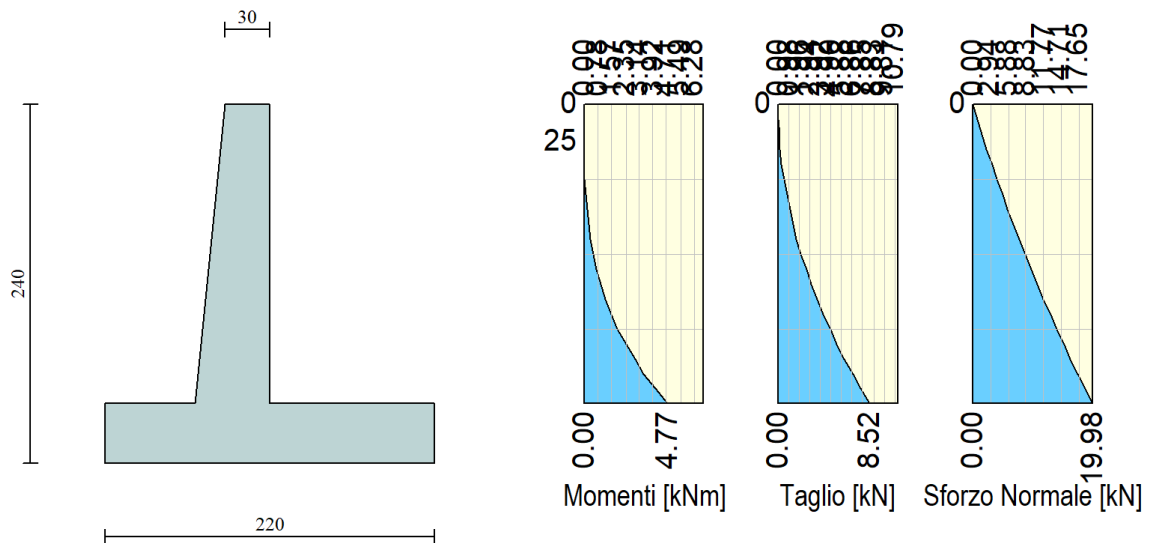
#### 7.5.2 Verifica a flessione del paramento

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Sollecitazioni agli SLU.



Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø14/20. La fondazione sarà armata con Ø14/20. Non occorrono armature a taglio.

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
|----------------------|------------|--------|
| Classe Conglomerato: | C32/40     |        |
| N° vertice:          | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 50.0   |
| 3                    | 50.0       | 50.0   |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

4 50.0 0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 5.9    | 14        |
| 2       | 40.0   | 5.9    | 14        |
| 3       | -40.0  | 44.1   | 14        |
| 4       | 40.0   | 44.1   | 14        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 14 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 14 |

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx   | My   | Vy   | Vx   |
|---------|-------|------|------|------|------|
| 1       | 20.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx   | My   |
|---------|-------|------|------|
| 1       | 20.00 | 5.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx   | My   |
|---------|-------|------|------|
| 1       | 20.00 | 5.00 | 0.00 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx   | My   |
|---------|-------|------|------|
| 1       | 20.00 | 5.00 | 0.00 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N°Comb | Ver | N     | Mx   | My   | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|-------|------|------|-------|--------|--------|----------|
| 1      | S   | 20.00 | 7.00 | 0.00 | 19.85 | 139.36 | 0.00   | 19.908   |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01355 | 50.0   | 50.0   | -0.00119 | 40.0   | 44.1   | -0.03159 | -40.0  | 5.9    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000795624 | -0.036281204 | ---- | ----   |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xf min, Yf min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Af eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
Srm Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)  
K3 Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni

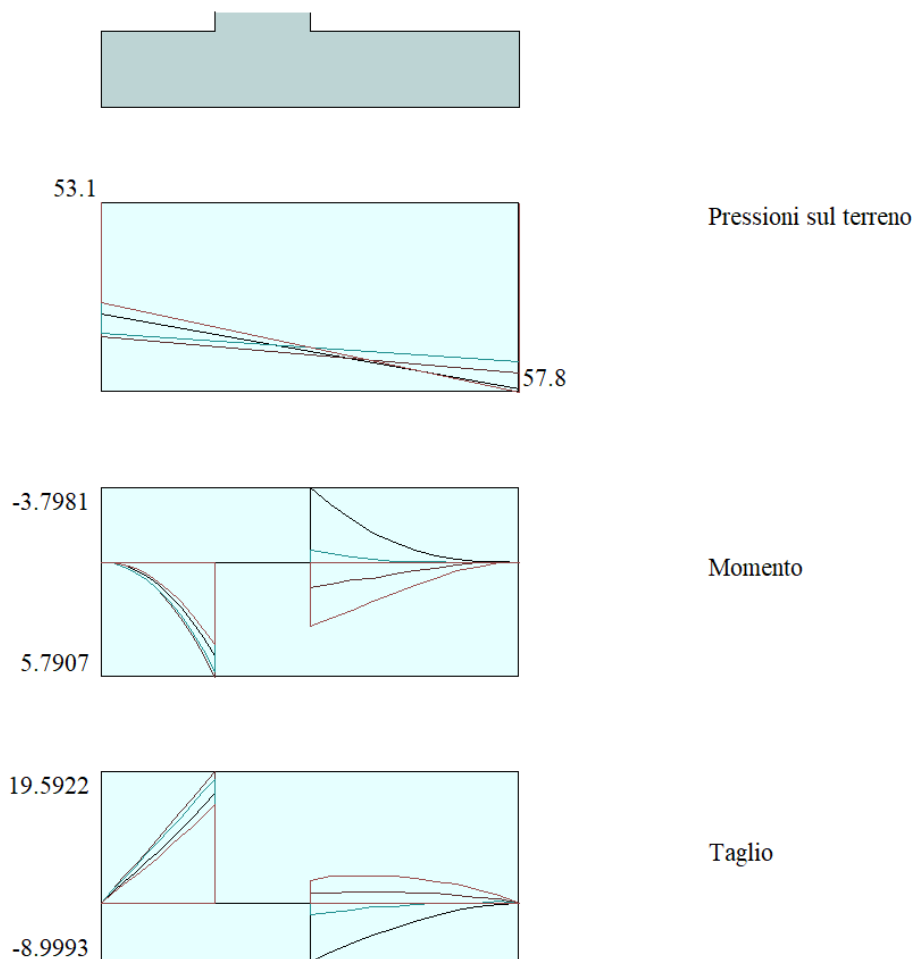


PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

| Ap.fess.      Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC. |     |        |        |        |        |        |        |         |         |     |       |           |
|--|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| N°Comb   | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    |           |
| 1  | S   | 0.22   | 50.0   | 50.0   | -4.4   | -40.0  | 5.9    | 1295    | 7.7     | 242 | 0.134 |           |
| <b>COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE</b>          |     |        |        |        |        |        |        |         |         |     |       |           |
| N°Comb   | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
| 1  | S   | 0.22   | 50.0   | 50.0   | -4.4   | -40.0  | 5.9    | 1295    | 7.7     | 242 | 0.134 | 0.004     |
| <b>COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE</b>   |     |        |        |        |        |        |        |         |         |     |       |           |
| N°Comb   | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
| 1  | S   | 0.22   | 50.0   | 50.0   | -4.4   | -40.0  | 5.9    | 1295    | 7.7     | 242 | 0.134 | 0.004     |

### 7.5.3 Verifica a flessione della fondazione

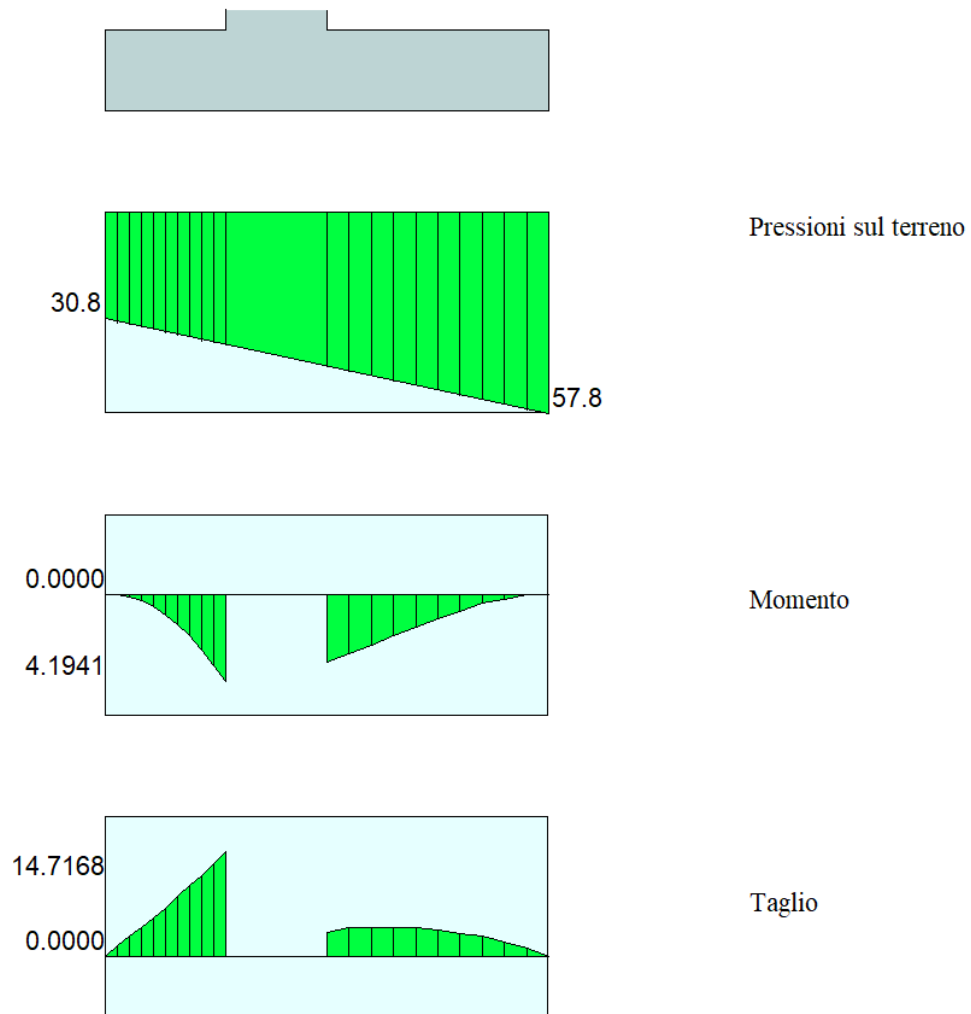
Sollecitazioni agli SLU.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Sollecitazioni agli SLE.



**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 40.0   |
| 3          | 50.0   | 40.0   |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 5.9    | 14        |
| 2       | 40.0   | 5.9    | 14        |
| 3       | -40.0  | 34.1   | 14        |
| 4       | 40.0   | 34.1   | 14        |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 14 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 14 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |       |      |      |      |
|---------|--|-------|------|------|------|
| Mx      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |       |      |      |      |
| My      | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |       |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |       |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |       |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx    | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | 6.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2       | 0.00   | -4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |

| N°Comb. | N    | Mx    | My   |
|---------|------|-------|------|
| 1       | 0.00 | 5.00  | 0.00 |
| 2       | 0.00 | -4.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |

| N°Comb. | N    | Mx    | My   |
|---------|------|-------|------|
| 1       | 0.00 | 5.00  | 0.00 |
| 2       | 0.00 | -4.00 | 0.00 |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| N°Comb. | N    | Mx    | My   |
|---------|------|-------|------|
| 1       | 0.00 | 5.00  | 0.00 |
| 2       | 0.00 | -4.00 | 0.00 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

|          |  |
|----------|--|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] (positivo se di compressione)  |
| Mx       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia   |
| My       | Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia   |
| N ult    | Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  |
| Mx ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My ult   | Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |

| N°Comb | Ver | N    | Mx    | My   | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. |
|--------|-----|------|-------|------|-------|---------|--------|----------|
| 1      | S   | 0.00 | 6.00  | 0.00 | 0.00  | 105.24  | 0.00   | 17.541   |
| 2      | S   | 0.00 | -4.00 | 0.00 | 0.00  | -105.24 | 0.00   | 26.311   |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| ef max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xf max | Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yf max | Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | ef min   | Xf min | Yf min | ef max   | Xf max | Yf max |
|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01035 | -50.0  | 40.0   | -0.00127 | -40.0  | 34.1   | -0.02405 | -40.0  | 5.9    |
| 2      | 0.00350 | -0.01035 | -50.0  | 0.0    | -0.00127 | -40.0  | 5.9    | -0.02405 | 40.0   | 34.1   |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

|         |  |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000807966  | -0.028818629 | 0.127 | 0.700  |
| 2      | 0.000000000 | -0.000807966 | 0.003500000  | 0.127 | 0.700  |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                                       |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)              |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                         |
| Xf min, Yf min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)            |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre              |
| Af eff.        | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure      |
| Srm            | Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)             |
| K3             | Coeff.(§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni         |
| Ap.fess.       | Apertura fessure in mm. (Ap.Limite =99999.000 mm) Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC. |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3 | . |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|---|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|---|



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |   |      |       |      |       |      |      |      |     |     |       |
|---|---|------|-------|------|-------|------|------|------|-----|-----|-------|
| 1 | S | 0.39 | 50.0  | 40.0 | -20.7 | 20.0 | 5.9  | 1295 | 7.7 | 262 | 0.155 |
| 2 | S | 0.32 | -50.0 | 0.0  | -16.6 | 20.0 | 34.1 | 1295 | 7.7 | 262 | 0.155 |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.39   | 50.0   | 40.0   | -20.7  | 20.0   | 5.9    | 1295    | 7.7     | 262 | 0.155 | 0.018     |
| 2      | S   | 0.32   | -50.0  | 0.0    | -16.6  | 20.0   | 34.1   | 1295    | 7.7     | 262 | 0.155 | 0.015     |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | Af eff. | Srm | K3    | Ap. fess. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------|-----------|
| 1      | S   | 0.39   | 50.0   | 40.0   | -20.7  | 20.0   | 5.9    | 1295    | 7.7     | 262 | 0.155 | 0.018     |
| 2      | S   | 0.32   | -50.0  | 0.0    | -16.6  | 20.0   | 34.1   | 1295    | 7.7     | 262 | 0.155 | 0.015     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.5.4 Verifica a taglio

Le massime sollecitazioni di taglio sono pari a **12 kN** per il piedritto e **20 kN** per la fondazione.

| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b>   | <b>Paramento Fondazione</b> |              |
|--|-----------------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa            | <b>40</b>                   | <b>30</b>    |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa            | 33.2                        | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |                | <b>1.50</b>                 | <b>1.50</b>  |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |                | <b>0.85</b>                 | <b>0.85</b>  |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa            | 18.8                        | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa            | <b>450</b>                  | <b>450</b>   |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa            | 391.3                       | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Altezza  | H                     | m              | <b>0.50</b>                 | <b>0.40</b>  |
| Larghezza  | B                     | m              | <b>1.00</b>                 | <b>1.00</b>  |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m <sup>2</sup> | <b>0.50</b>                 | <b>0.40</b>  |
| Larghezza anima  | bw                    | m              | <b>1.00</b>                 | <b>1.00</b>  |
| copriferro   | c                     | m              | <b>0.059</b>                | <b>0.059</b> |
| altezza utile della sezione  | d                     | m              | 0.44                        | 0.34         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |                |                             |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN             | <b>20.0</b>                 | <b>0.0</b>   |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |                |                             |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq            | <b>770</b>                  | <b>770</b>   |
| Coefficiente k   | k                     | m              | 1.67                        | 1.77         |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |                | 0.4                         | 0.4          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |                | 0.00175                     | 0.00226      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa            | 0.04                        | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>      | <b>161.7</b>                | <b>128.5</b> |

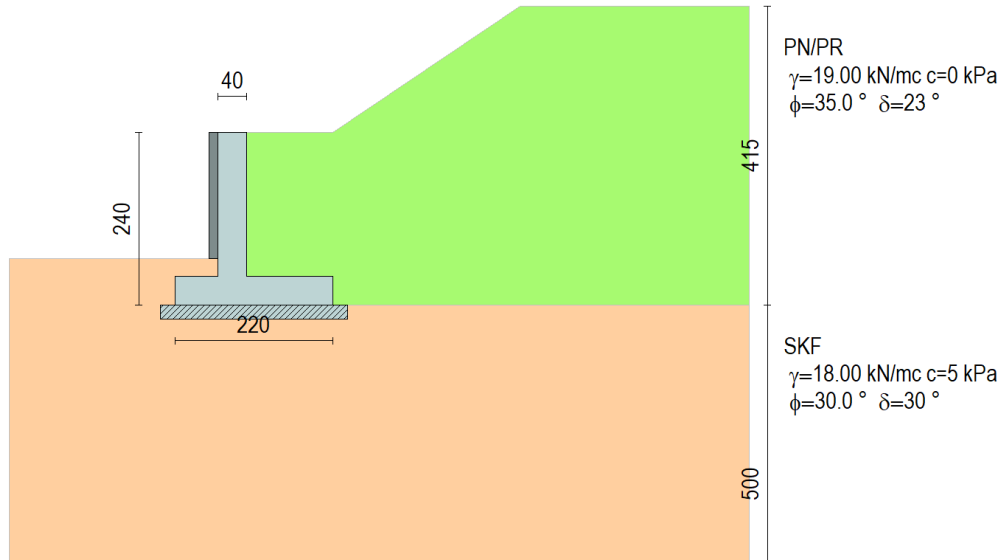
Le verifiche risultano soddisfatte.



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## 7.6 Muro di controripa tipo PVH2

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al **muro di sostegno in corrispondenza della rampa**, a paramento verticale di altezza  $1.00\text{ m} < H < 2.00\text{ m}$ .



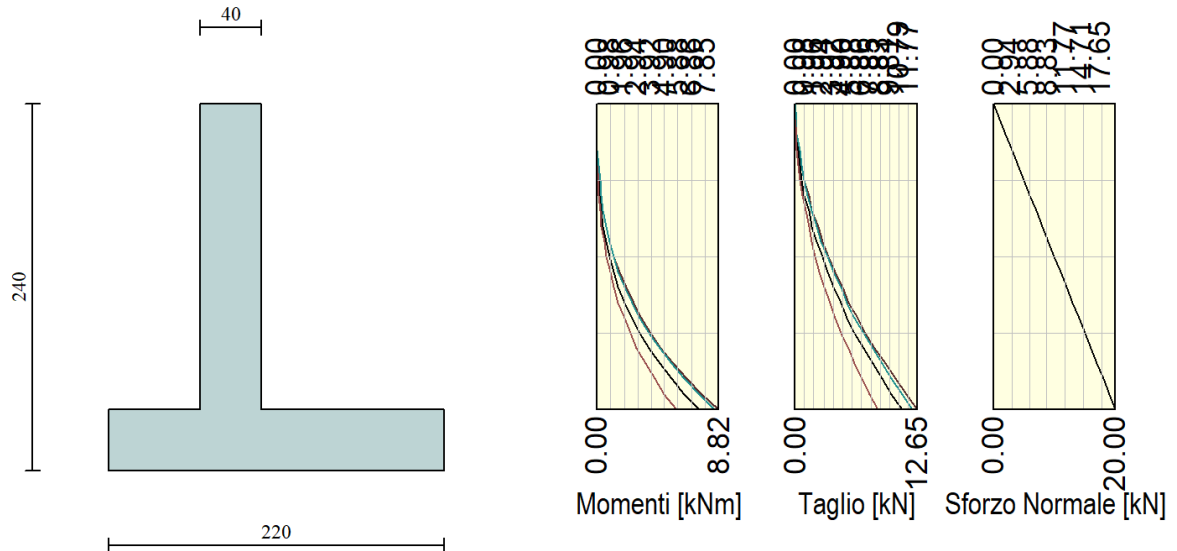
### 7.6.1 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

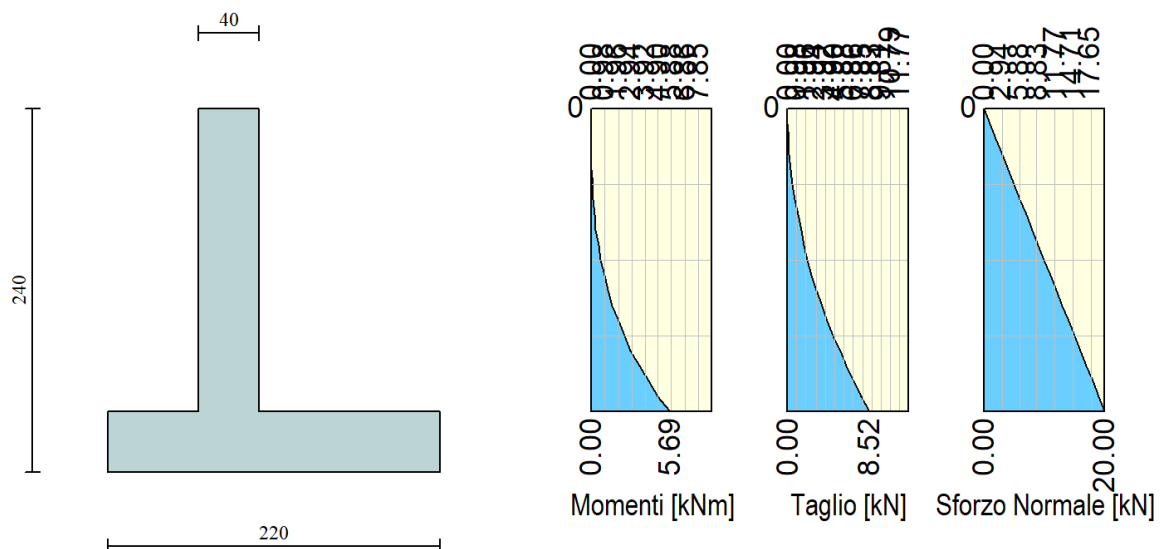
| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 2.25        | 6.96        | --          | 32.3244    | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 4.16        | --          | --          | --          | 36.5847    | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.69        | 33.2588    | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 2.02        | <b>6.30</b> | --          | 24.8649    | 5.7270          |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>2.00</b> | 6.54        | --          | 24.8649    | 4.3010          |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>3.41</b> | --          | --          | --          | 33.2588    | 4.7027          |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 3.67        | --          | --          | --          | 33.2588    | 6.6140          |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.52        | 33.2588    | 6.6140          |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.52</b> | 33.2588    | 4.7027          |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 2.85        | 8.21        | --          | 24.8649    | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 2.85        | 8.21        | --          | 24.8649    | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 2.85        | 8.21        | --          | 24.8649    | 0.0000          |

### 7.6.2 Verifica a flessione del paramento

Sollecitazioni agli SLU.



Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø14/20. La fondazione sarà armata con Ø14/20. Non occorrono armature a taglio.

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40  
 N° vertice: X [cm] Y [cm]



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 1 | -50.0 | 0.0  |
| 2 | -50.0 | 40.0 |
| 3 | 50.0  | 40.0 |
| 4 | 50.0  | 0.0  |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 5.9    | 14        |
| 2       | 40.0   | 5.9    | 14        |
| 3       | -40.0  | 34.1   | 14        |
| 4       | 40.0   | 34.1   | 14        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 14 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 14 |

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |      |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |      |      |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |      |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |      |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |      |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx   | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 20.00  | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |      |      |
|---------|---|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |      |      |
| N°Comb. | N   | Mx   | My   |
| 1       | 20.00   | 7.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| N°Comb. | N     | Mx            | My          |
|---------|-------|---------------|-------------|
| 1       | 20.00 | 7.00 (111.61) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |   |
|----|---|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |

| N°Comb. | N     | Mx            | My          |
|---------|-------|---------------|-------------|
| 1       | 20.00 | 7.00 (111.61) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate

|  |         |
|--|---------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.2 cm  |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.6 cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

|          |  |
|----------|--|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)   |
| Mx       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N Res    | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |
| Mx Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa  | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]   |

| N°Comb | Ver | N     | Mx   | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa       |
|--------|-----|-------|------|------|-------|--------|--------|----------|---------------|
| 1      | N   | 20.00 | 9.00 | 0.00 | 20.01 | 113.19 | 0.00   | 12.58    | 15.4(7.2) 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| x/d    | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45           |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.115 | -50.0  | 40.0   | -0.00179 | -40.0  | 34.1   | -0.02705 | 40.0   | 5.9    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

|         |   |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.    |
| x/d     | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue               |

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000895863 | -0.032334521 | 0.115 | 0.700  |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| N°Comb         | Ver  | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
| 1              | S  | 0.53   | 50.0   | 40.0   | -16.3  | 20.0   | 5.9    | 888     | 7.7     |  |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| 1      | S   | 0.53   | 50.0   | 40.0   | -16.3  | 20.0   | 5.9    | 888     | 7.7     |  |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Ver.        | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
|-------------|---|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|--|--|
| e1          | Esito della verifica  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| e2          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| k1          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff            |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| kt          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| k2          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| k3          | = (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| k4          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| Ø           | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| Cf          | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]                                  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| sr max      | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]                                       |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| wk          | Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| Mx fess.    | Massima distanza tra le fessure [mm]  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| My fess.    | Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi                 |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |  |  |
| Comb.       | Ver   | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |  |  |
| 1           | S   | -0.00010 | 0  | 0.839 | 14.0 | 52 | 0.00005 (0.00005) | 638    | 0.031 (0.30) | 111.61  | 0.00    |  |  |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

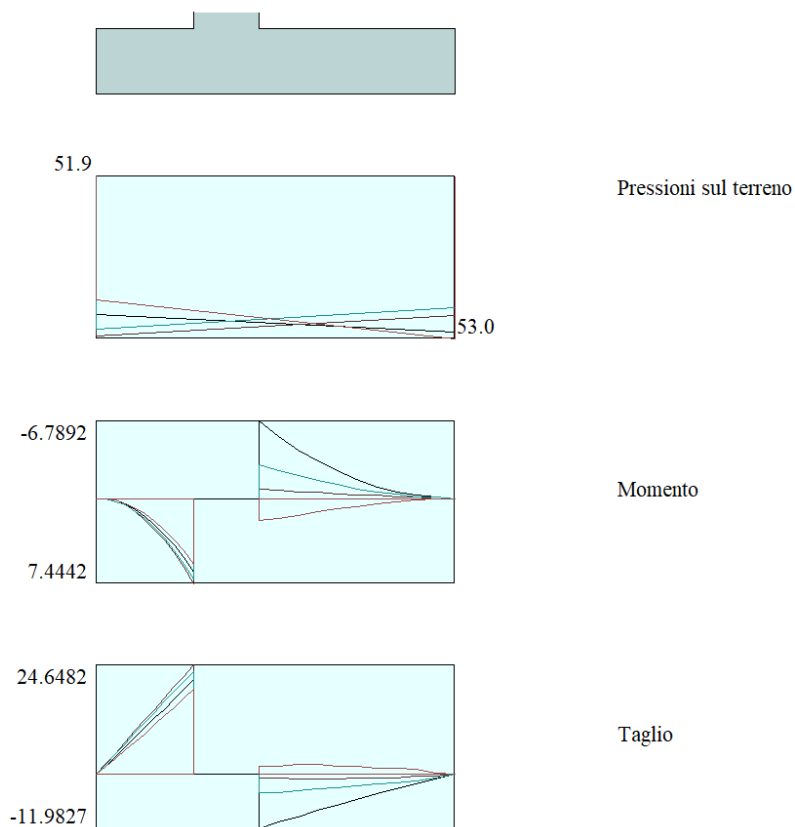
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| 1      | S   | 0.53   | 50.0   | 40.0   | -16.3  | 20.0   | 5.9    | 888     | 7.7     |  |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |  |  |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|--|--|
| 1     | S   | -0.00010 | 0  | 0.839 | 14.0 | 52 | 0.00005 (0.00005) | 638    | 0.031 (0.30) | 111.61  | 0.00    |  |  |

### 7.6.3 Verifica a flessione della fondazione

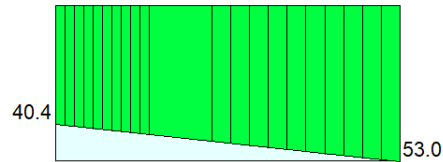
Sollecitazioni agli SLU.



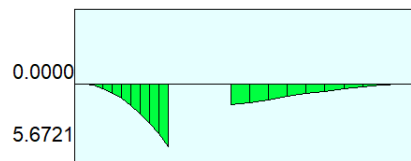
Sollecitazioni agli SLE.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

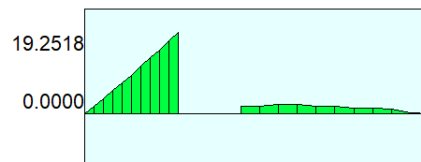
---



Pressioni sul terreno



Momento



Taglio

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 40.0   |
| 3          | 50.0   | 40.0   |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 5.9    | 14        |
| 2       | 40.0   | 5.9    | 14        |
| 3       | -40.0  | 34.1   | 14        |
| 4       | 40.0   | 34.1   | 14        |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|---|
|--------|--------------|--------------|---------|---|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 14 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 14 |

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |      |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |      |      |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |      |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |      |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |      |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx   | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |      |      |
|---------|---|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |      |      |
| N°Comb. | N   | Mx   | My   |
| 1       | 0.00  | 7.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |              |             |
|---------|---|--------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |              |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |              |             |
| N°Comb. | N   | Mx           | My          |
| 1       | 0.00  | 7.00 (74.14) | 0.00 (0.00) |

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |              |             |
|---------|---|--------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |              |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |              |             |
| N°Comb. | N   | Mx           | My          |
| 1       | 0.00  | 7.00 (74.14) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate**

|  |      |    |
|--|------|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.2  | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.6 | cm |

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|          |   |
|----------|---|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)          |
| Mx       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia                       |
| My       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia                       |
| N Res    | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)            |
| Mx Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia                           |
| My Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia                           |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)                        |
|          | Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$   |
| As Tesa  | Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC] |

| N°Comb | Ver | N    | Mx   | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa       |
|--------|-----|------|------|------|-------|--------|--------|----------|---------------|
| 1      | N   | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00  | 105.24 | 0.00   | 13.16    | 15.4(5.0) 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| x/d    | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere $< 0.45$         |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.127 | -50.0  | 40.0   | -0.00127 | -40.0  | 34.1   | -0.02405 | -40.0  | 5.9    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

|         |   |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.      |
| x/d     | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$ |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue                 |

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000807966 | -0.028818629 | 0.127 | 0.700  |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.55   | -50.0  | 40.0   | -29.0  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.55   | -50.0  | 40.0   | -29.0  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|             |  |
|-------------|--|
| Ver.        | Esito della verifica   |
| e1          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata   |
| e2          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff   |
| k1          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  |
| kt          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]   |
| k2          | = (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]  |
| k3          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| k4          | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| Ø           | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]   |
| Cf          | Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]<br>Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max      | Massima distanza tra le fessure [mm]   |
| wk          | Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  |
| Mx fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  |
| My fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]  |

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00018 | 0  | 0.834 | 14.0 | 52 | 0.00009 (0.00009) | 703    | 0.061 (0.40) | 74.14   | 0.00    |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.55   | -50.0  | 40.0   | -29.0  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00018 | 0  | 0.834 | 14.0 | 52 | 0.00009 (0.00009) | 703    | 0.061 (0.30) | 74.14   | 0.00    |

7.6.4 Verifica a taglio

Le massime sollecitazioni di taglio risultano pari a **13 kN** per il piedritto e a **25 kN** per la fondazione.

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b>   | <b>Paramento</b> | <b>Fondazione</b> |
|--|-----------------------|----------------|------------------|-------------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa            | 40               | 30                |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa            | 33.2             | 24.9              |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |                | 1.50             | 1.50              |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |                | 0.85             | 0.85              |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa            | 18.8             | 14.1              |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa            | 450              | 450               |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa            | 391.3            | 391.3             |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |                |                  |                   |
| Altezza  | H                     | m              | 0.40             | 0.40              |
| Larghezza  | B                     | m              | 1.00             | 1.00              |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m <sup>2</sup> | 0.40             | 0.40              |
| Larghezza anima  | bw                    | m              | 1.00             | 1.00              |
| copriferro   | c                     | m              | 0.059            | 0.059             |
| altezza utile della sezione  | d                     | m              | 0.34             | 0.34              |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |                |                  |                   |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN             | 20.0             | 0.0               |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |                |                  |                   |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq            | 770              | 770               |
| Coefficiente k   | k                     | m              | 1.77             | 1.77              |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |                | 0.5              | 0.4               |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |                | 0.00226          | 0.00226           |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa            | 0.05             | 0.00              |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>      | <b>144.0</b>     | <b>128.5</b>      |

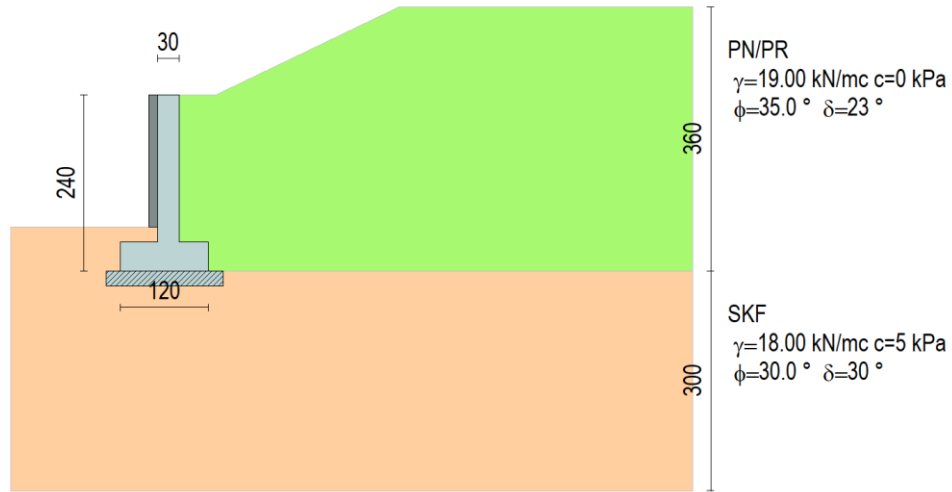
Le verifiche risultano soddisfatte.

## 7.7 Muro di controripa tipo PVH1

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al [muro di sostegno in corrispondenza della rampa, a paramento verticale di altezza  \$H \leq 2.00\$  m.](#)

A favore di sicurezza si considera la massima altezza del paramento e si trascura la presenza del palancole a tergo.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*



### 7.7.1 Verifiche geotecniche

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

| Comb. | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr)  | FS (qult)   | FS (stab)   | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |
|-------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------------|
| 1     | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 1.66        | 4.10        | --          | 25.0145    | 0.0000          |
| 2     | EQU - [1]   | --                       | 1.94        | --          | --          | --          | 28.3223    | 0.0000          |
| 3     | STAB - [1]  | --                       | --          | --          | --          | 1.55        | 25.7475    | 0.0000          |
| 4     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV positivo | --          | 1.57        | <b>3.60</b> | --          | 19.2419    | 4.3832          |
| 5     | A1-M1 - [2] | SismaH + SismaV negativo | --          | <b>1.57</b> | 3.72        | --          | 19.2419    | 3.2827          |
| 6     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV negativo | <b>1.72</b> | --          | --          | --          | 25.7475    | 3.8128          |
| 7     | EQU - [2]   | SismaH + SismaV positivo | 1.76        | --          | --          | --          | 25.7475    | 5.2879          |
| 8     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --          | --          | 1.40        | 25.7475    | 5.2879          |
| 9     | STAB - [2]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --          | --          | <b>1.40</b> | 25.7475    | 3.8128          |
| 10    | SLEQ - [1]  | --                       | --          | 2.08        | 5.53        | --          | 19.2419    | 0.0000          |
| 11    | SLEF - [1]  | --                       | --          | 2.08        | 5.53        | --          | 19.2419    | 0.0000          |
| 12    | SLER - [1]  | --                       | --          | 2.08        | 5.53        | --          | 19.2419    | 0.0000          |

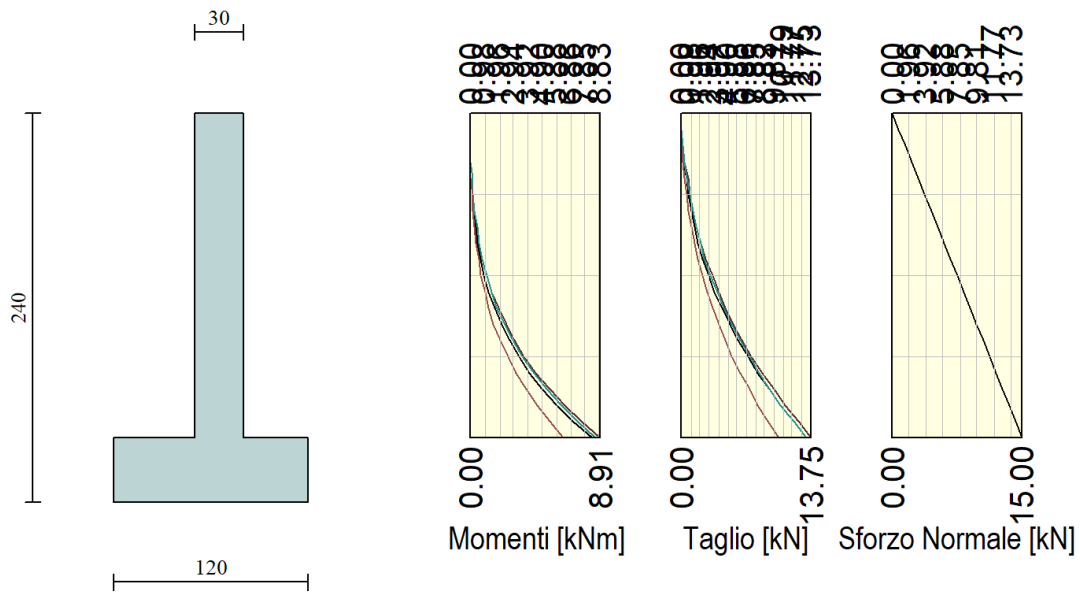
### 7.7.2 Verifica a flessione del paramento

Sollecitazioni agli SLU.

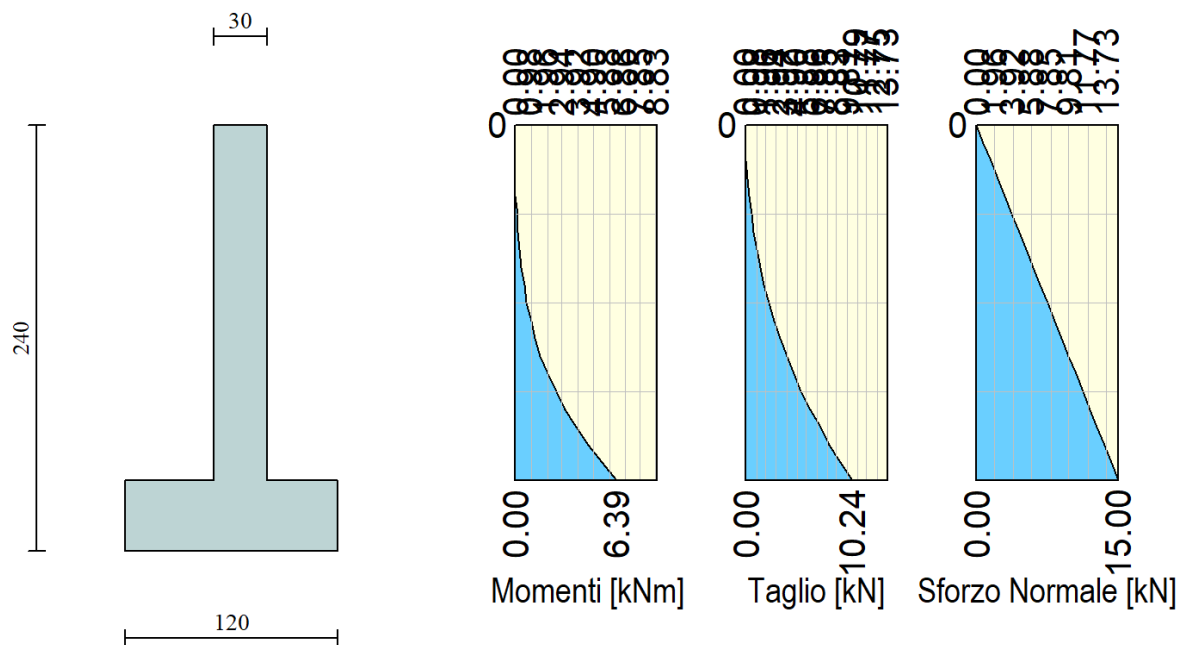


PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole



Sollecitazioni agli SLE.



Il paramento sarà armato con Ø14/20. La fondazione sarà armata con Ø14/20. Non occorrono armature a taglio.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale    |
| Classe Conglomerato: | C32/40        |
| N° vertice:          | X [cm] Y [cm] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 1 | -50.0 | 0.0  |
| 2 | -50.0 | 30.0 |
| 3 | 50.0  | 30.0 |
| 4 | 50.0  | 0.0  |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 5.9    | 14        |
| 2       | 40.0   | 5.9    | 14        |
| 3       | -40.0  | 24.1   | 14        |
| 4       | 40.0   | 24.1   | 14        |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

|              |   |
|--------------|---|
| N°Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |
| N°Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø            | Diametro in mm delle barre della generazione                          |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 14 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 14 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)   |      |      |      |      |
|---------|---|------|------|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |      |      |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |      |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y   |      |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x   |      |      |      |      |
| N°Comb. | N   | Mx   | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 15.00   | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |

| N°Comb. | N     | Mx   | My   |
|---------|-------|------|------|
| 1       | 15.00 | 7.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |  |  |

| N°Comb. | N     | Mx           | My          |
|---------|-------|--------------|-------------|
| 1       | 15.00 | 7.00 (56.56) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  |  |  |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |  |  |



**PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole**

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx           | My          |
|---------|-------|--------------|-------------|
| 1       | 15.00 | 7.00 (56.56) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.8 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

| N°Comb | Ver | N     | Mx   | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa       |
|--------|-----|-------|------|------|-------|--------|--------|----------|---------------|
| 1      | N   | 15.00 | 9.00 | 0.00 | 14.93 | 81.55  | 0.00   | 9.06     | 15.4(5.4) 12) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.162 | -50.0  | 30.0   | -0.00180 | -40.0  | 24.1   | -0.01817 | -40.0  | 5.9    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000898963 | -0.023468890 | 0.162 | 0.700  |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.97   | 50.0   | 30.0   | -31.4  | 20.0   | 5.9    | 700     | 7.7     |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.97   | 50.0   | 30.0   | -31.4  | 20.0   | 5.9    | 700     | 7.7     |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

|             |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver.        | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e1          | Esito della verifica  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e2          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k1          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| kt          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k2          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k3          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k4          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ø           | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cf          | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| sr max      | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| wk          | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mx fess.    | Massima distanza tra le fessure [mm]  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| My fess.    | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00021 | 0  | 0.838 | 14.0 | 52 | 0.00009 (0.00009) | 540    | 0.051 (0.30) | 56.56   | 0.00    |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.97   | 50.0   | 30.0   | -31.4  | 20.0   | 5.9    | 700     | 7.7     |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

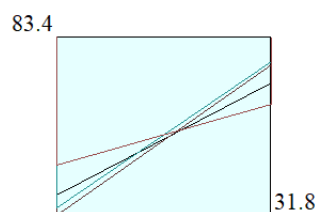
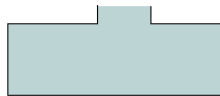
| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00021 | 0  | 0.838 | 14.0 | 52 | 0.00009 (0.00009) | 540    | 0.051 (0.20) | 56.56   | 0.00    |

### 7.7.3 Verifica a flessione della fondazione

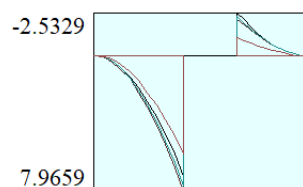
Sollecitazioni agli SLU.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

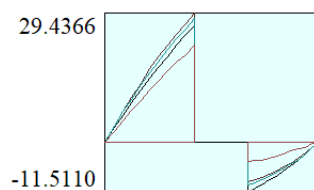
---



Pressioni sul terreno



Momento

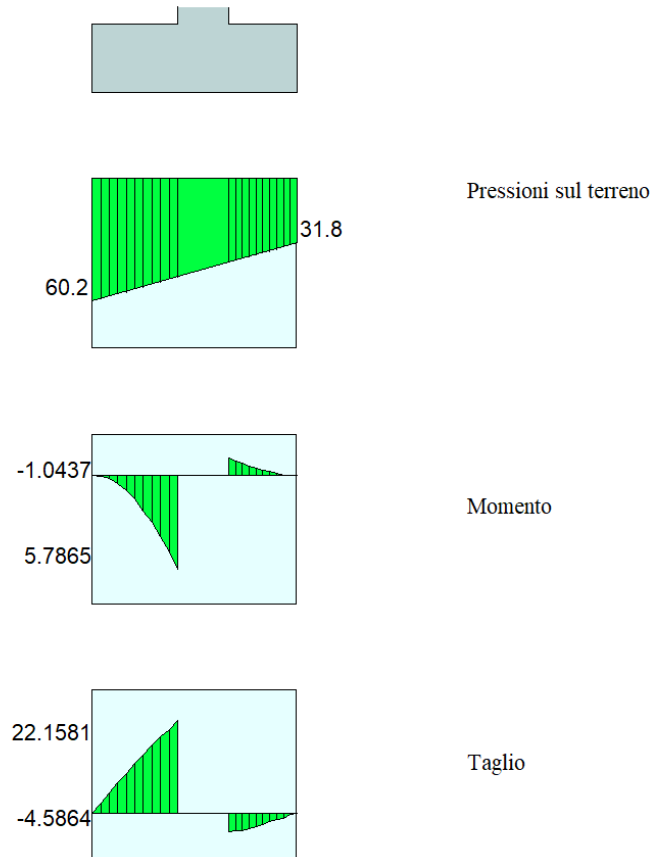


Taglio

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Sollecitazioni agli SLE.



**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N° vertice:          | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 40.0   |
| 3                    | 50.0       | 40.0   |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | Diam Ø [mm] |
|----------|--------|--------|-------------|
| 1        | -40.0  | 5.9    | 14          |
| 2        | 40.0   | 5.9    | 14          |
| 3        | -40.0  | 34.1   | 14          |
| 4        | 40.0   | 34.1   | 14          |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

|               |   |               |          |   |
|---------------|---|---------------|----------|---|
| N° Gen.       | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre            |               |          |   |
| N° Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione           |               |          |   |
| N° Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione             |               |          |   |
| N° Barre      | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |               |          |   |
| Ø             | Diametro in mm delle barre della generazione                          |               |          |   |
| N° Gen.       | N° Barra Ini.   | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 14 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 14 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|         |  |      |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |      |      |      |      |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |      |      |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |      |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |      |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |      |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx   | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|         |   |      |      |
|---------|---|------|------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |      |      |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |      |      |
| N°Comb. | N   | Mx   | My   |
| 1       | 0.00  | 6.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|         |   |              |             |
|---------|---|--------------|-------------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |              |             |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |              |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |              |             |
| N°Comb. | N   | Mx           | My          |
| 1       | 0.00  | 6.00 (74.14) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|         |   |              |             |
|---------|---|--------------|-------------|
| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |              |             |
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |              |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |              |             |
| N°Comb. | N   | Mx           | My          |
| 1       | 0.00  | 6.00 (74.14) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate

|  |         |
|--|---------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.2 cm  |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.6 cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

|          |  |
|----------|--|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata                                 |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia              |
| My       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia              |
| N Res    | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |
| Mx Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia                  |
| My Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia                  |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)               |
|          | Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000                                       |
| As Tesa  | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]     |



**PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole**

| N°Comb | Ver | N    | Mx   | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa       |
|--------|-----|------|------|------|-------|--------|--------|----------|---------------|
| 1      | N   | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00  | 105.24 | 0.00   | 13.16    | 15.4(5.0) 12) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| x/d    | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45           |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.127 | -50.0  | 40.0   | -0.00127 | -40.0  | 34.1   | -0.02405 | -40.0  | 5.9    |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

|         |   |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.    |
| x/d     | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue               |

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000807966 | -0.028818629 | 0.127 | 0.700  |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

|                |   |
|----------------|---|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                                  |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]           |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)         |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                    |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)       |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.47   | -50.0  | 40.0   | -24.9  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.47   | -50.0  | 40.0   | -24.9  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

|             |   |
|-------------|---|
| Ver.        | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$   |
| e1          | Esito della verifica  |
| e2          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |
| k1          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff              |
| kt          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]   |
| k2          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]   |
| k3          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]   |
| k4          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |
| Ø           | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |
| Cf          | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]                                    |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| sr max      | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]   |
| wk          | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]   |
| Mx fess.    | Massima distanza tra le fessure [mm]  |
| My fess.    | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]   |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]   |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |   |          |   |       |      |    |                   |     |              |       |      |
|---|---|----------|---|-------|------|----|-------------------|-----|--------------|-------|------|
| 1 | S | -0.00015 | 0 | 0.834 | 14.0 | 52 | 0.00007 (0.00007) | 703 | 0.052 (0.40) | 74.14 | 0.00 |
|---|---|----------|---|-------|------|----|-------------------|-----|--------------|-------|------|

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1       | S   | 0.47   | -50.0  | 40.0   | -24.9  | 20.0   | 5.9    | 1020    | 7.7     |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00015 | 0  | 0.834 | 14.0 | 52 | 0.00007 (0.00007) | 703    | 0.052 (0.30) | 74.14   | 0.00    |

### 7.7.4 Verifica a taglio

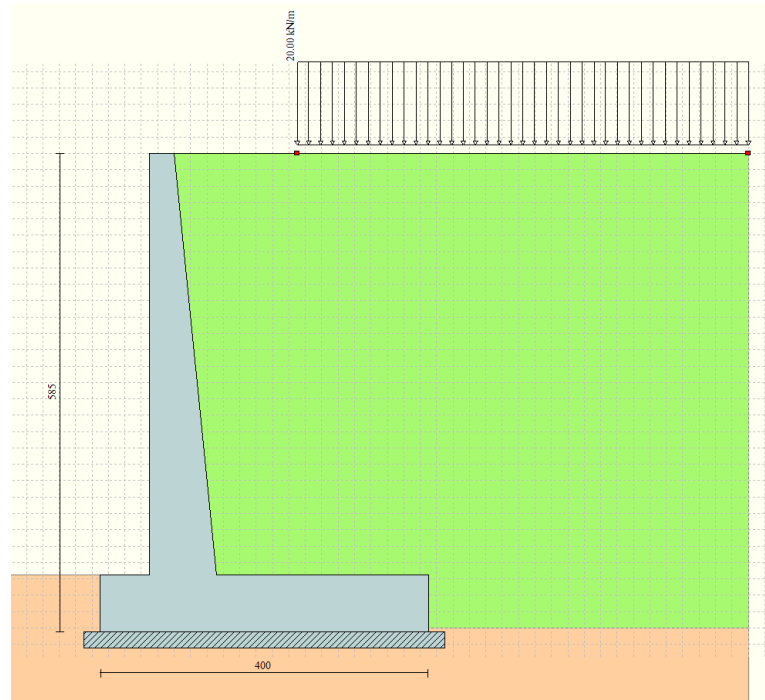
Le massime sollecitazioni di taglio risultano pari a **15 kN** per il piedritto e a **27 kN** per la fondazione.

| Dati   | Var                   | unità     | Paramento Fondazione |              |
|--|-----------------------|-----------|----------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa       | 40                   | 30           |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa       | 33.2                 | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |           | 1.50                 | 1.50         |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |           | 0.85                 | 0.85         |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa       | 18.8                 | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa       | 450                  | 450          |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa       | 391.3                | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |           |                      |              |
| Altezza  | H                     | m         | 0.30                 | 0.40         |
| Larghezza  | B                     | m         | 1.00                 | 1.00         |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m^2       | 0.30                 | 0.40         |
| Larghezza anima  | bw                    | m         | 1.00                 | 1.00         |
| copriferro   | c                     | m         | 0.059                | 0.059        |
| altezza utile della sezione  | d                     | m         | 0.24                 | 0.34         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |           |                      |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN        | 20.0                 | 0.0          |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |           |                      |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq       | 770                  | 770          |
| Coefficiente k   | k                     | m         | 1.91                 | 1.77         |
| vmin   | vmin                  |           | 0.5                  | 0.4          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |           | 0.00320              | 0.00226      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa       | 0.07                 | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b> | <b>123.8</b>         | <b>128.5</b> |

Le verifiche risultano soddisfatte.

## 7.8 Muro di imbocco SUD

Di seguito sono riportate le verifiche strutturali relative al **muro di imbocco SUD a paramento verticale di altezza 3.50 m < H < 5.15 m**. Si verifica la sezione di massima altezza del paramento.



Si è applicato a monte un sovraccarico variabile di **20 kPa**, atto a schematizzare il carico stradale.

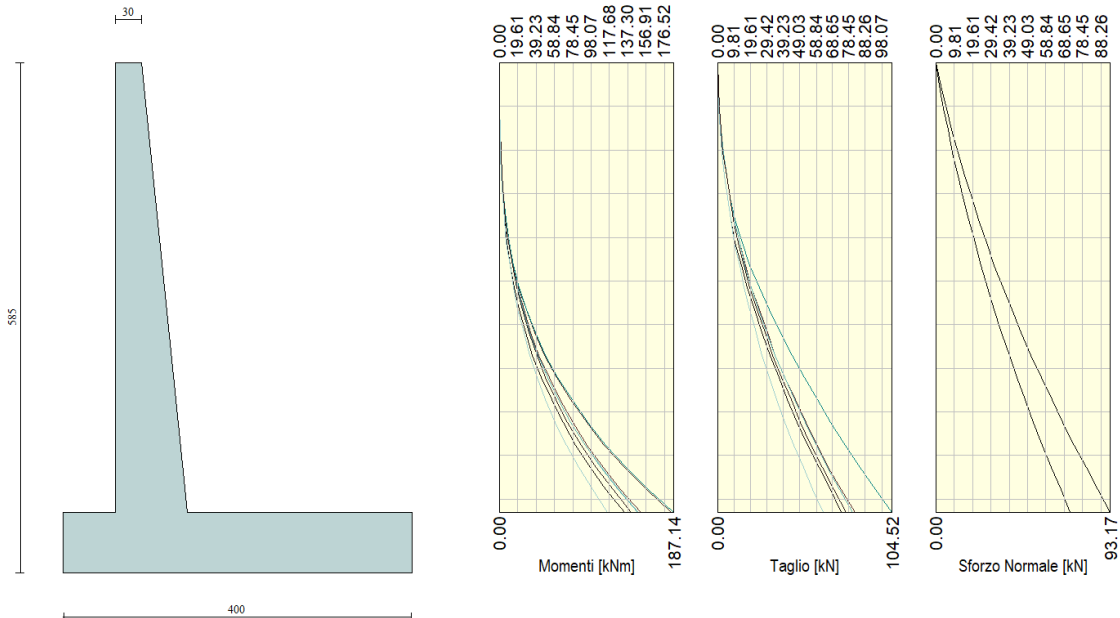
### 7.8.1 Verifiche geotecniche

| Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte |             |                          |             |            |           |           |            |                 |  |
|---|-------------|--------------------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------------|--|
| Comb.   | Tipo comb.  | Sisma                    | FS (ribalt) | FS (scorr) | FS (qult) | FS (stab) | Spinta[kN] | Incr. sism.[kN] |  |
| 1   | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 2.87       | 4.40      | --        | 103.4630   | 0.0000          |  |
| 2   | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 3.63       | 4.08      | --        | 103.4630   | 0.0000          |  |
| 3   | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 3.38       | 4.13      | --        | 103.4630   | 0.0000          |  |
| 4   | A1-M1 - [1] | --                       | --          | 3.13       | 4.17      | --        | 103.4630   | 0.0000          |  |
| 5   | EQU - [1]   | --                       | 4.80        | --         | --        | --        | 109.6542   | 0.0000          |  |
| 6   | STAB - [1]  | --                       | --          | --         | --        | 1.61      | 99.6452    | 0.0000          |  |
| 7   | A1-M1 - [2] | --                       | --          | 2.66       | 3.17      | --        | 146.4992   | 0.0000          |  |
| 8   | A1-M1 - [2] | --                       | --          | 2.49       | 3.01      | --        | 146.4992   | 0.0000          |  |
| 9   | A1-M1 - [2] | --                       | --          | 2.30       | 3.10      | --        | 146.4992   | 0.0000          |  |
| 10  | A1-M1 - [2] | --                       | --          | 2.84       | 3.06      | --        | 146.4992   | 0.0000          |  |
| 11  | EQU - [2]   | --                       | 3.32        | --         | --        | --        | 163.4422   | 0.0000          |  |
| 12  | STAB - [2]  | --                       | --          | --         | --        | 1.42      | 146.2592   | 0.0000          |  |
| 13  | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV positivo | --          | 2.43       | 3.49      | --        | 85.2073    | 14.4279         |  |
| 14  | A1-M1 - [3] | SismaH + SismaV negativo | --          | 2.39       | 3.62      | --        | 85.2073    | 9.4761          |  |
| 15  | EQU - [3]   | SismaH + SismaV positivo | 3.71        | --         | --        | --        | 106.7697   | 15.7312         |  |
| 16  | EQU - [3]   | SismaH + SismaV negativo | 3.42        | --         | --        | --        | 106.7697   | 9.5389          |  |
| 17  | STAB - [3]  | SismaH + SismaV positivo | --          | --         | --        | 1.42      | 106.7697   | 15.7312         |  |
| 18  | STAB - [3]  | SismaH + SismaV negativo | --          | --         | --        | 1.42      | 106.7697   | 9.5389          |  |
| 19  | SLEP - [2]  | --                       | --          | 3.08       | 4.38      | --        | 100.9872   | 0.0000          |  |
| 20  | SLEF - [2]  | --                       | --          | 3.66       | 5.31      | --        | 79.4691    | 0.0000          |  |
| 21  | SLEQ - [2]  | --                       | --          | 3.66       | 5.31      | --        | 79.4691    | 0.0000          |  |

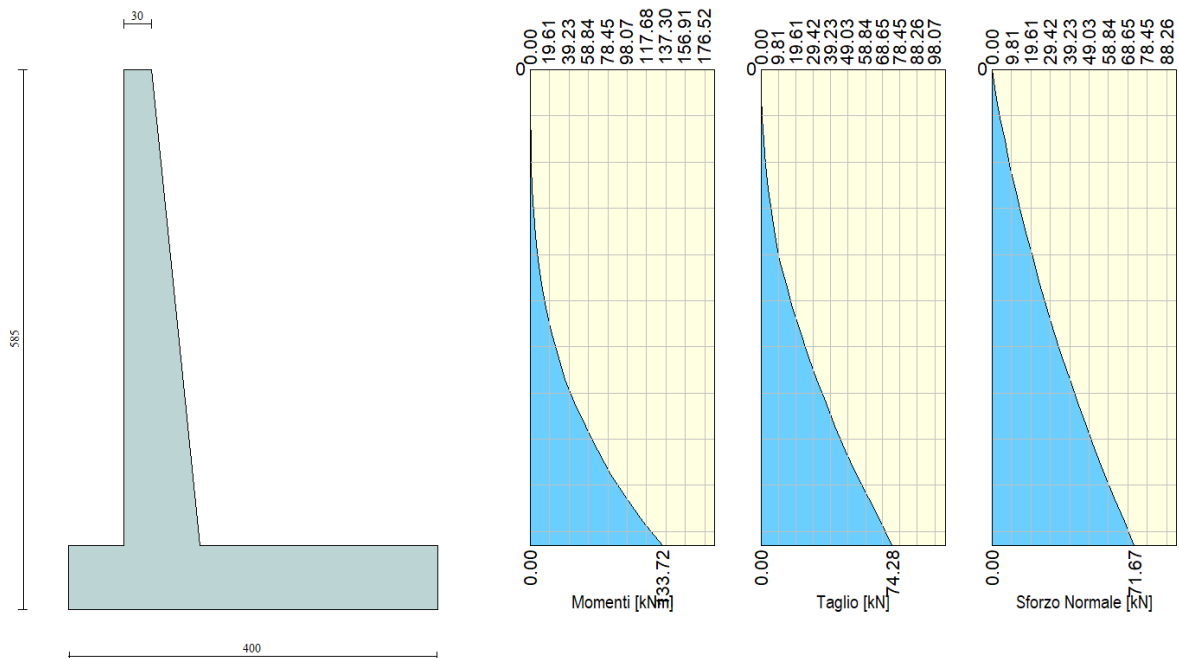
PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

### 7.8.2 Verifica a flessione del paramento

Sollecitazioni agli SLU.



Sollecitazioni agli SLE-R.



Il paramento sarà armato in zona tesa con con Ø18/20+Ø18/40 e fuori terra con Ø18/20. La fondazione sarà armata con Ø18/20 superiori e inferiori. Non occorrono armature a taglio.

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 82.0   |
| 3          | 50.0   | 82.0   |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

**DATI BARRE ISOLATE**

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -45.0  | 6.1    | 18        |
| 2       | 45.0   | 6.1    | 18        |
| 3       | -45.0  | 75.9   | 18        |
| 4       | 45.0   | 75.9   | 18        |

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 5       | 18 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 18 |

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
|---------|-------|--------|------|------|------|
| 1       | 72.00 | 187.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx     | My   |
|---------|-------|--------|------|
| 1       | 72.00 | 134.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |   |
|----|---|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |

| N°Comb. | N     | Mx              | My          |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1       | 72.00 | 117.00 (430.39) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

|    |   |
|----|---|
| N  | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |

| N°Comb. | N     | Mx              | My          |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1       | 72.00 | 117.00 (430.39) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate

|  |         |
|--|---------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.1 cm  |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 13.2 cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

|          |  |
|----------|--|
| Ver      | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata   |
| N        | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)   |
| Mx       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| N Res    | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)   |
| Mx Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  |
| My Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)<br>Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa  | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]   |

| N°Comb | Ver | N     | Mx     | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa        |
|--------|-----|-------|--------|------|-------|--------|--------|----------|----------------|
| 1      | N   | 72.00 | 187.20 | 0.00 | 72.27 | 543.85 | 0.00   | 2.90     | 17.8(14.7) 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| x/d    | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45           |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.074 | 50.0   | 82.0   | -0.00032 | 45.0   | 75.9   | -0.04406 | -45.0  | 6.1    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.      |             |              |       |        |
|---------|---|-------------|--------------|-------|--------|
| x/d     | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$ |             |              |       |        |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue                 |             |              |       |        |
| N°Comb  | a   | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
| 1       | 0.000000000   | 0.000626594 | -0.047880710 | 0.074 | 0.700  |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |        |        |        |        |        |        |         |         |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |        |        |        |        |        |        |         |         |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |        |        |        |        |        |        |         |         |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |        |        |        |        |        |        |         |         |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |        |        |        |        |        |        |         |         |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |        |        |        |        |        |        |         |         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |        |        |        |        |        |        |         |         |
| N°Comb         | Ver  | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
| 1              | S  | 2.06   | -50.0  | 82.0   | -88.3  | 30.0   | 6.1    | 1550    | 17.8    |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.80   | 50.0   | 82.0   | -74.8  | 30.0   | 6.1    | 1550    | 17.8    |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Ver.        | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|-------------|---|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| e1          | Esito della verifica  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| e2          | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| k1          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff              |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| kt          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| k2          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| k3          | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| k4          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| Ø           | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| Cf          | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]                                    |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| sr max      | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| wk          | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| Mx fess.    | Massima distanza tra le fessure [mm]  |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| My fess.    | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
|             | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]   |          |    |       |      |    |                   |        |              |         |         |
| Comb.       | Ver   | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
| 1           | S   | -0.00041 | 0  | 0.877 | 18.0 | 52 | 0.00022 (0.00022) | 644    | 0.144 (0.30) | 430.39  | 0.00    |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 1.80   | 50.0   | 82.0   | -74.8  | 30.0   | 6.1    | 1550    | 17.8    |

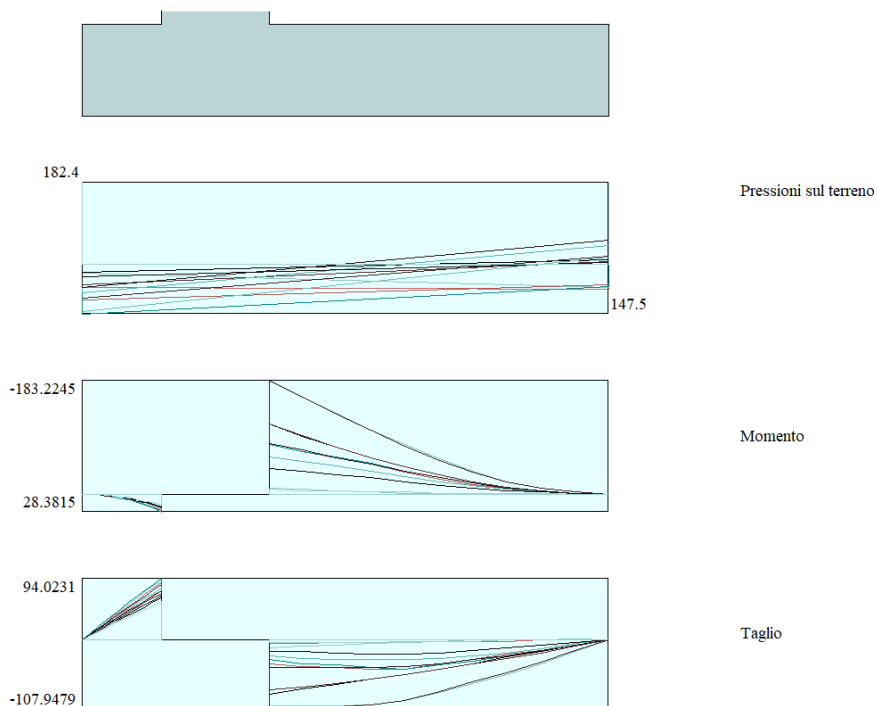
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00041 | 0  | 0.877 | 18.0 | 52 | 0.00022 (0.00022) | 644    | 0.144 (0.20) | 430.39  | 0.00    |



### 7.8.3 Verifica a flessione della fondazione

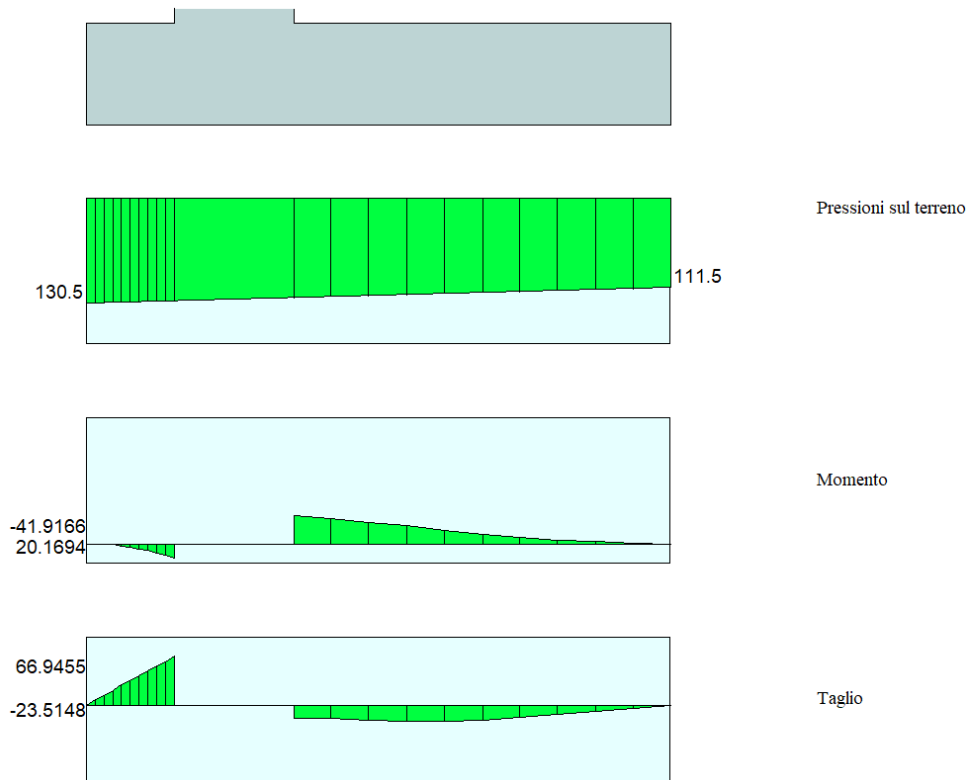
Sollecitazioni agli SLU.



Sollecitazioni agli SLE-R.

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---



#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 70.0   |
| 3          | 50.0   | 70.0   |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -40.0  | 6.1    | 18        |
| 2       | 40.0   | 6.1    | 18        |
| 3       | -40.0  | 63.9   | 18        |
| 4       | 40.0   | 63.9   | 18        |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 2            | 3       | 18 |
| 2      | 3            | 4            | 3       | 18 |





**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  |        |      |      |      |
|---------|--|--------|------|------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.   |        |      |      |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |        |      |      |      |
| Vy      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  |        |      |      |      |
| Vx      | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x  |        |      |      |      |
| N°Comb. | N  | Mx     | My   | Vy   | Vx   |
| 1       | 0.00   | 183.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |       |      |
|---------|---|-------|------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |       |      |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |       |      |
| N°Comb. | N   | Mx    | My   |
| 1       | 0.00  | 42.00 | 0.00 |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |                |             |
|---------|---|----------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                |             |
| N°Comb. | N   | Mx             | My          |
| 1       | 0.00  | 18.00 (232.38) | 0.00 (0.00) |

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

| N       | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)   |                |             |
|---------|---|----------------|-------------|
| Mx      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |                |             |
| My      | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)<br>con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione    |                |             |
| N°Comb. | N   | Mx             | My          |
| 1       | 0.00  | 18.00 (232.38) | 0.00 (0.00) |

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni analizzate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.2 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

| Mx       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia            |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
|----------|--|------|--------|------|-------|--------|--------|----------|-----------|-----|
| My       | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia            |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| N Res    | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| Mx Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia                |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| My Res   | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia                |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)             |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
|          | Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000                                     |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| As Tesa  | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]   |      |        |      |       |        |        |          |           |     |
| N°Comb   | Ver  | N    | Mx     | My   | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa   |     |
| 1        | N  | 0.00 | 183.00 | 0.00 | 0.00  | 311.60 | 0.00   | 1.70     | 12.7(9.5) | 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
|--------|--|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| x/d    | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45           |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |       |        |        |          |        |        |          |        |        |
| N°Comb | ec max   | x/d   | Xc max | Yc max | es min   | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
| 1      | 0.00350  | 0.084 | -50.0  | 70.0   | -0.00047 | -40.0  | 63.9   | -0.03807 | -40.0  | 6.1    |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.    |             |              |       |        |
|---------|---|-------------|--------------|-------|--------|
| x/d     | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |             |              |       |        |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue               |             |              |       |        |
| N°Comb  | a   | b           | c            | x/d   | C.Rid. |
| 1       | 0.000000000   | 0.000650502 | -0.042035129 | 0.084 | 0.700  |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                                  |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]           |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)         |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                    |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)       |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre         |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| As eff.        | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |        |        |        |        |        |        |         |         |  |
| N°Comb         | Ver   | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
| 1              | S   | 0.94   | 50.0   | 70.0   | -55.6  | -20.0  | 6.1    | 1493    | 12.7    |  |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |  |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| 1      | S   | 0.40   | -50.0  | 70.0   | -23.8  | 20.0   | 6.1    | 1493    | 12.7    |  |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| e1   | Esito della verifica  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|      | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|             |  |
|-------------|--|
| e2          | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff   |
| k1          | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  |
| kt          | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  |
| k2          | = (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]  |
| k3          | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| k4          | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  |
| Ø           | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]   |
| Cf          | Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]<br>Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max      | Massima distanza tra le fessure [mm]   |
| wk          | Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  |
| Mx fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  |
| My fess.    | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]  |

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00013 | 0  | 0.871 | 18.0 | 52 | 0.00007 (0.00007) | 802    | 0.057 (0.40) | 232.38  | 0.00    |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 0.40   | -50.0  | 70.0   | -23.8  | 20.0   | 6.1    | 1493    | 12.7    |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1       | e2 | k2    | Ø    | Cf | e sm - e cm       | sr max | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -0.00013 | 0  | 0.871 | 18.0 | 52 | 0.00007 (0.00007) | 802    | 0.057 (0.30) | 232.38  | 0.00    |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

#### 7.8.4 Verifica a taglio

Le sollecitazioni massime di taglio agenti risultano pari a **105 kN** per il piedritto e **108 kN** per la fondazione.

| <b>Dati</b>  | <b>Var</b>            | <b>unità</b> | <b>Paramento Fondazione</b> |              |
|--|-----------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica  | Rck                   | Mpa          | 40                          | 30           |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica  | fck                   | Mpa          | 33.2                        | 24.9         |
| Coefficiente parziale $\gamma_c$   | $\gamma_c$            |              | 1.50                        | 1.50         |
| Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$  | $\alpha_{cc}$         |              | 0.85                        | 0.85         |
| Resistenza a compressione di calcolo   | fcd                   | Mpa          | 18.8                        | 14.1         |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura   | fyk                   | Mpa          | 450                         | 450          |
| tensione di calcolo acciaio  | fywd                  | Mpa          | 391.3                       | 391.3        |
| <b>Caratteristiche geometriche sezione</b>   |                       |              |                             |              |
| Altezza  | H                     | m            | 0.82                        | 0.70         |
| Larghezza  | B                     | m            | 1.00                        | 1.00         |
| Area calcestruzzo  | Ac                    | m^2          | 0.82                        | 0.70         |
| Larghezza anima  | bw                    | m            | 1.00                        | 1.00         |
| copriferro   | c                     | m            | 0.061                       | 0.061        |
| altezza utile della sezione  | d                     | m            | 0.76                        | 0.64         |
| <b>Compressione agente nella sezione</b>   |                       |              |                             |              |
| Sforzo normale di calcolo  | N <sub>Ed</sub>       | kN           | 72.0                        | 0.0          |
| <b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>  |                       |              |                             |              |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl                   | mmq          | 1270                        | 1270         |
| Coefficiente k   | k                     | m            | 1.51                        | 1.56         |
| v <sub>min</sub>   | v <sub>min</sub>      |              | 0.4                         | 0.3          |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale  | $\rho_1$              |              | 0.00167                     | 0.00199      |
| tensione media di compressione nella sezione   | $\sigma_{cp}$         | Mpa          | 0.09                        | 0.00         |
| <b>Resistenza a taglio</b>   | <b>V<sub>Rd</sub></b> | <b>kN</b>    | <b>254.1</b>                | <b>203.8</b> |

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 7.9 Palancolato metallico

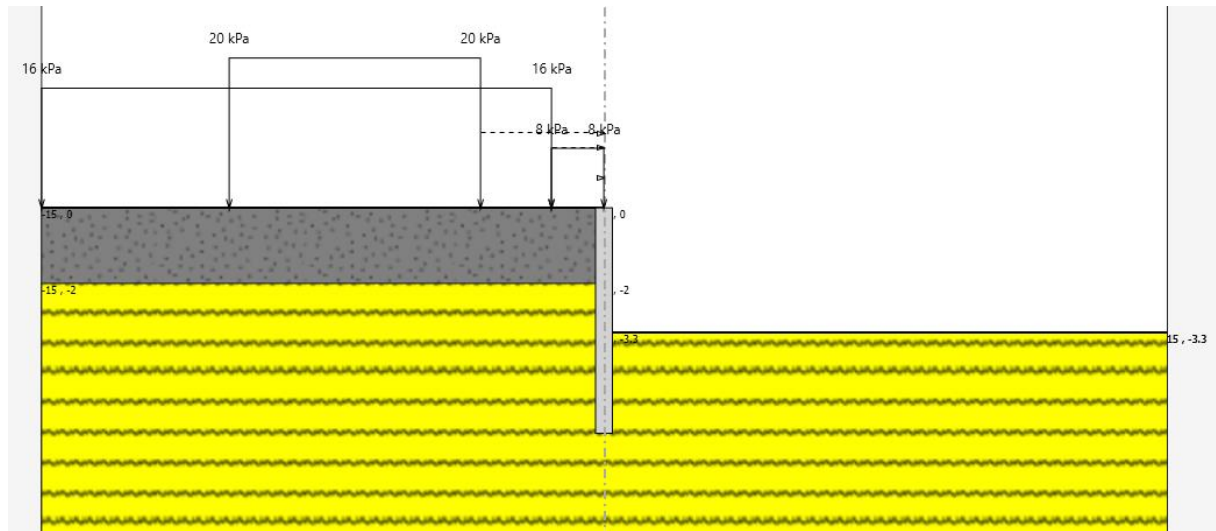
#### 7.9.1 Modello di calcolo

Le fasi di realizzazione prevedono per prima cosa l'infissione del palancolato e in seguito lo scavo fino a fondo scavo (H<sub>max</sub> = 3.25m).

L'opera di sostegno è costituita da un palancolato di lunghezza complessiva pari a **L = 6.0 m**, realizzato con profilato commerciale di tipo **PU22**.

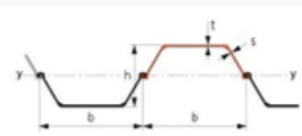


PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*



**Sezione di calcolo**

### 7.9.2 Sezione palancole

| Palancole                              |        |                    |           |  |                   |
|--|--------|--------------------|-----------|--|-------------------|
| Profilo                                | PU_22  | Catalogo Palancole |           |  |                   |
| Materiale                              | S275   |                    |           |  |                   |
| Tipo                                   | U      | $\beta_s$          | 1         |  |                   |
| Peso per superficie unitaria di parete | 1.4082 | kN/m <sup>2</sup>  | $\beta_D$ | 1  |                   |
| B                                      | 0.6    | m                  | $I_x$     | 0.0005   | m <sup>4</sup> /m |
| H                                      | 0.45   | m                  | $W_{el}$  | 0.0022   | m <sup>3</sup> /m |

Pannelli

### 7.9.3 Sovraccarichi permanenti

Si è considerato un sovraccarico permanente pari a **8 kPa** fino ad una distanza di 1.40m dal palancole e uno di **16 kPa**, atti a schematizzare il terreno in sito al di sopra della testa dell'opera.

Si è calcolato tale carico, a favore di sicurezza, considerando un peso dell'unità di volume di 20 kN/mc e uno spessore di 0.77m.

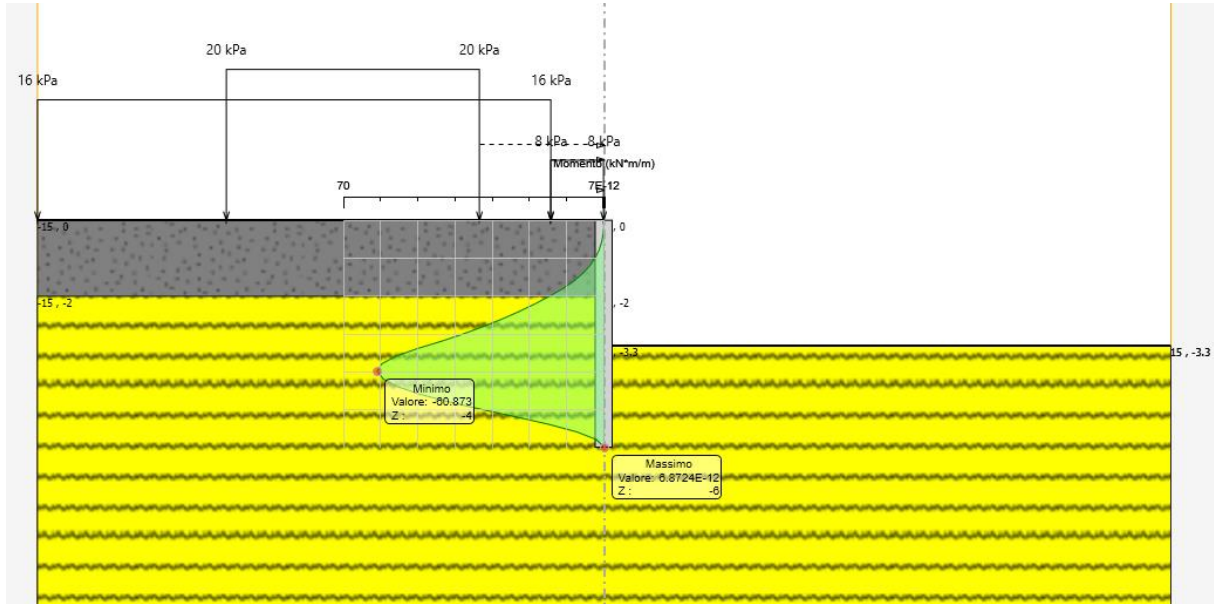
### 7.9.4 Sovraccarichi variabili

Si è considerato, a favore di sicurezza, un sovraccarico verticale variabile di **20 kPa**, atto a schematizzare i possibili mezzi in transito sulla rampa.

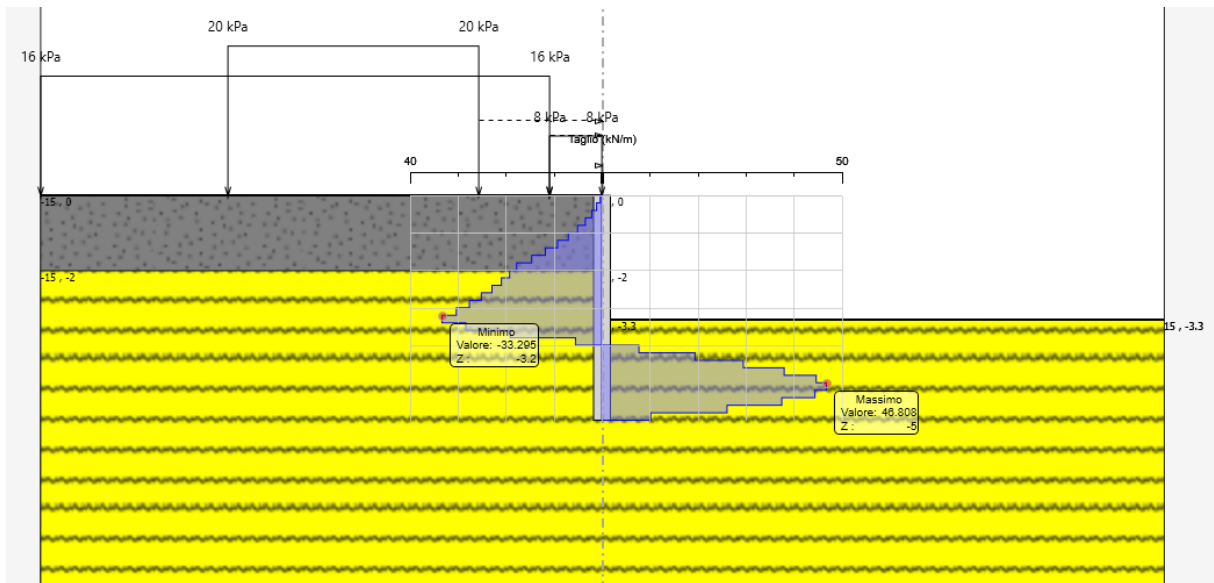
PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

### 7.9.5 Risultati dell'analisi

Di seguito le sollecitazioni nelle palancole allo SLU.



**Momento flettente palancole**



**Taglio palancole**

### 7.9.6 Riepilogo sollecitazioni

Di seguito sono sintetizzate le sollecitazioni massime:

Momento massimo sulle palancole:

61.0 kNm/m

Taglio massimo sulle palancole:

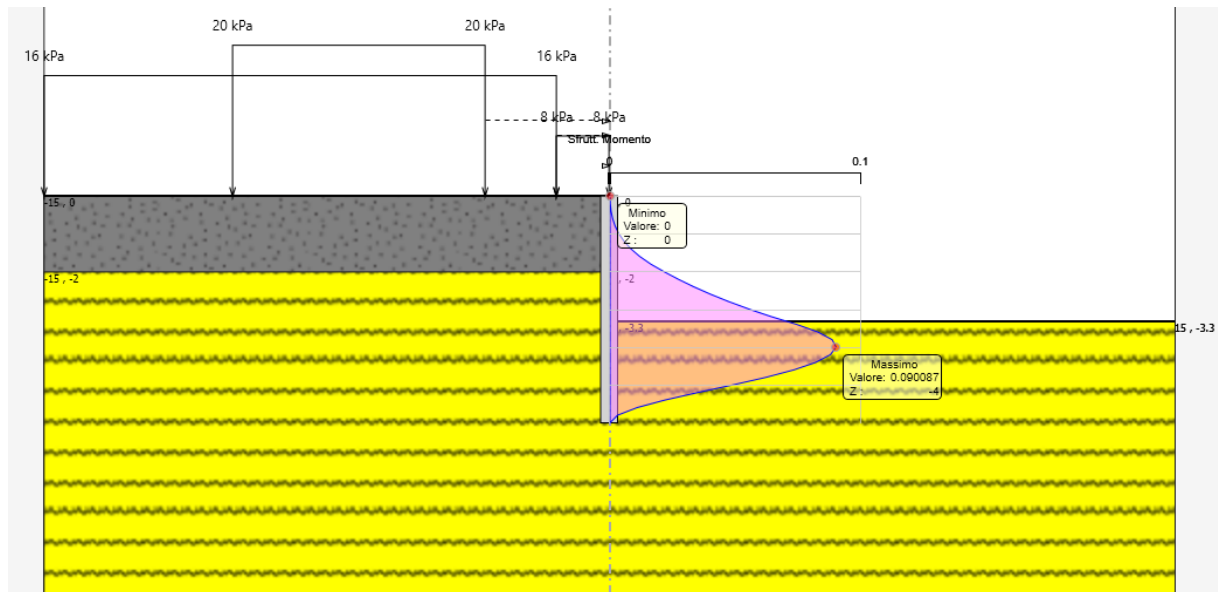
47.0 kN/m

### 7.9.7 Verifiche strutturali palancole



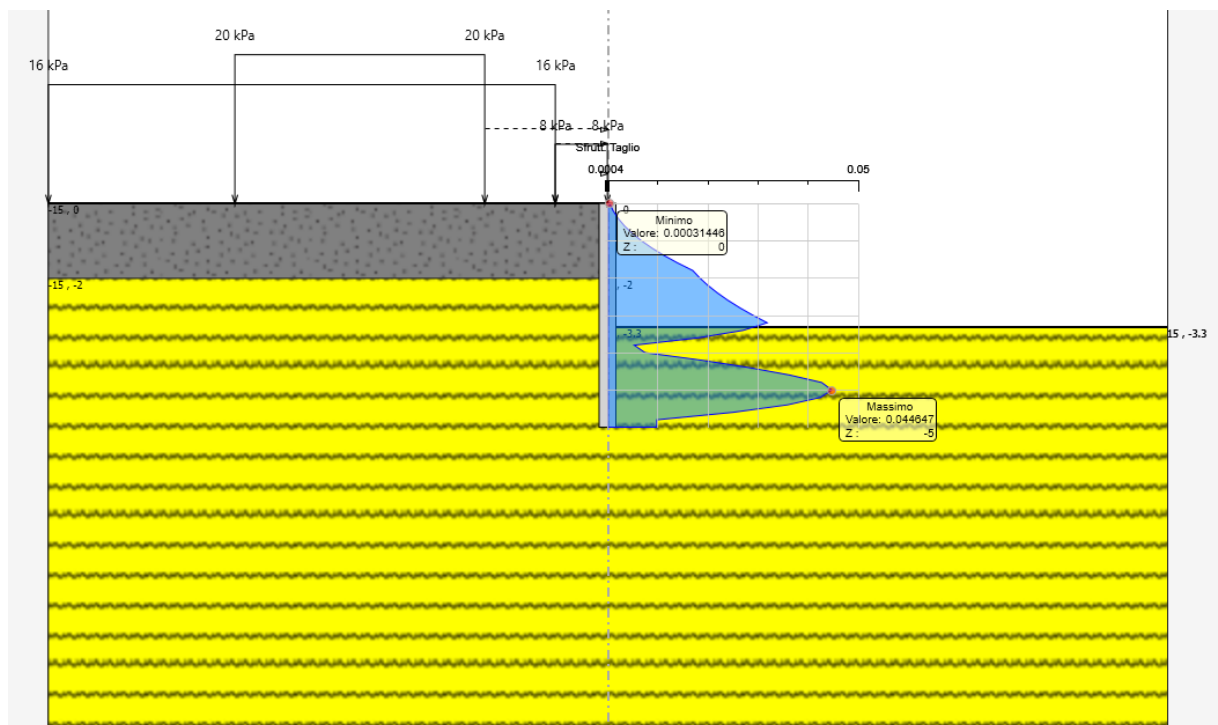
PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Di seguito i fattori di utilizzo dei materiali allo SLU, ovvero il rapporto tra la massima Azione di progetto  $E_d$  e la corrispondente Resistenza di progetto  $R_d$  relativi alla sezione in esame.



**Fattore di utilizzo a Momento flettente**

Il fattore massimo di utilizzo è pari a **0.09** ed è inferiore all'unità, pertanto la verifica è soddisfatta.



**Fattore di utilizzo a Taglio**

Il fattore massimo di utilizzo è pari a **0.05** ed è inferiore all'unità, pertanto la verifica è



soddisfatta.

#### 7.9.8 Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva

Tale verifica consiste nel valutare la spinta passiva mobilitata ovvero la percentuale della massima spinta passiva possibile durante la fase finale di scavo; è indicato il relativo fattore di sicurezza, che deve risultare maggiore o uguale all'unità.

Di seguito il dettaglio delle spinte in fase di scavo massimo.

| Riepilogo Spinte            |             |
|-----------------------------|-------------|
| Spinta Reale Efficace:      | 176.01 kN/m |
| Pressione Spinta Idraulica: | 0 kN/m      |
| Spinta Reale Totale:        | 176.01 kN/m |
| Minima Spinta Ammissibile:  | 1.0318 kN/m |
| Massima Spinta Ammissibile: | 270.8 kN/m  |

#### A2+M2

Percentuale spinta passiva mobilitata

$$176 / 270.8 = 65\%$$

Fattore di sicurezza

1.54



## ALLEGATI

### 7.10 Metodo di analisi

#### Calcolo della spinta sul muro

#### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

#### Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

#### Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da



$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_H W \quad F_{IV} = \pm k_V W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguito il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

## Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B$ , la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B$$



La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{i_c} + q N_q d_{i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{i_\gamma}$$

In questa espressione

|          |  |
|----------|--|
| c        | coesione del terreno in fondazione;                |
| $\phi$   | angolo di attrito del terreno in fondazione;       |
| $\gamma$ | peso di volume del terreno in fondazione;          |
| B        | larghezza della fondazione;                        |
| D        | profondità del piano di posa;                      |
| q        | pressione geostatica alla quota del piano di posa. |

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4\phi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

B

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

B

### Fattori di inclinazione



Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_r = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

## Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{esima}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{esima}$ ,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 7.11 File di INPUT - muro di controripa PIH5

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\gamma_{Gsfav}$    | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti         |
| $\gamma_{Gfav}$     | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti          |
| $\gamma_{Qsfav}$    | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili          |
| $\gamma_{Qfav}$     | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili           |
| $\gamma_{tan\phi'}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| $\gamma_{c'}$       | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata         |
| $\gamma_{cu}$       | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata     |
| $\gamma_{qu}$       | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo              |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

$\gamma_r$  Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                  | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00      | 1.00      | 0.90       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.30      | 1.00      | 1.10       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.50      | 1.30      | 1.50       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                      | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$           | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                  | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                      | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$           | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

|                                    | <i>R1</i> | <i>R2</i> | <i>R3</i> |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Capacità portante della fondazione | 1.00      | 1.00      | 1.40      |
| Scorrimento                        | 1.00      | 1.00      | 1.10      |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00      | 1.00      | 1.40      |
| Stabilità globale                  |           | 1.10      |           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 5.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.80 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 5.71 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 10.00 [m]              |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.80 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 2.40 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 4.00 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.80 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 1.50  | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 10.50 | 6.00 | 33.69 |
| 3 | 12.00 | 6.00 | 0.00  |
| 4 | 14.50 | 7.30 | 27.47 |

## Terreno a valle del muro

|  |      |     |
|--|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale   | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento | 0.25 | [m] |

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

| Nr.        | Descrizione terreno                                   |
|------------|---|
| $\gamma$   | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$ | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$     | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$   | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c          | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$      | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

## Stratigrafia

### *Simbologia adottata*

|          |  |
|----------|--|
| N        | Indice dello strato  |
| H        | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| $\alpha$ | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw       | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks       | Coefficiente di spinta   |
| Terreno  | Terreno dello strato   |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

| <b>Nr.</b> | <b>H</b> | <b>a</b> | <b>Kw</b> | <b>Ks</b> | <b>Terreno</b> |
|------------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|
| 1          | 5.80     | 0.00     | 7.74      | 0.00      | PN/PR          |
| 2          | 5.00     | 0.00     | 4.58      | 0.00      | SKF            |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.10     | 1.00   | 1.10            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|--|-------|----------|--------|-----------------|
|--|-------|----------|--------|-----------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|  |            |                            |                          |                                   |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro                      | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno                | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno                         | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| <u>Combinazione n° 12 - Rara (SLE)</u> |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro                      | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno                | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno                         | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.37                    | --                      | 2.14                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 1.88                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.30                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.29                    | --                      | 1.85                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.27                    | --                      | 1.90                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 1.13                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 1.16                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.19                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.18                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 1.71                    | --                      | 3.07                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 1.71                    | --                      | 3.07                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 1.71                    | --                      | 3.07                     | --                       |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.63 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.45                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.24                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.81$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 2.91$           |

#### **Combinazioni SLE**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.00 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.20                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 0.00$           |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Forma diagramma incremento sismico | Stessa forma diagramma statico |
|------------------------------------|--------------------------------|

|  |           |
|--|-----------|
| Partecipazione spinta passiva (percento) | 50.0      |
| Lunghezza del muro                       | 10.00 [m] |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Peso muro           | 148.7500 [kN]  |
| Baricentro del muro | X=0.08 Y=-4.23 |

### Superficie di spinta

|  |          |           |
|--|----------|-----------|
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 2.40 | Y = -5.80 |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 2.40 | Y = 0.60  |
| Altezza della superficie di spinta                         | 6.40     | [m]       |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00     | [°]       |

### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 236.6529 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 217.2985 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 93.7334  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.07    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |

### Risultanti

|  |          |      |
|--|----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 217.2985 | [kN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 489.8634 | [kN] |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -14.8837  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 489.8634  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 217.2985  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.36      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 535.8962  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 23.92     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 175.5545  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1049.7083 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 188.30 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 56.63  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.54$   | $i_q = 0.54$   | $i_\gamma = 0.04$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 17.72$ | $N'_q = 10.37$ | $N'_\gamma = 0.67$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.37 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.14 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | 0.0024   | 0.1732  |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.0658   | 0.6929  |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.2751   | 1.5590  |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 0.7148   | 2.7716  |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.4697   | 4.3306  |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 2.6242   | 6.2361  |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 4.2632   | 8.4880  |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 6.4712   | 11.0864 |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 9.3330   | 14.0342 |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 12.9453  | 17.4747 |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 17.4871  | 21.8926 |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 23.2316  | 27.4239 |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 30.4259  | 33.8472 |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 39.2801  | 41.0893 |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 49.9937  | 49.1270 |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 62.7608  | 57.9323 |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 77.7621  | 67.4223 |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 95.1562  | 77.5230 |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 115.0901 | 88.2079 |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 137.7000 | 99.3726 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.5357  | 13.3586  |
| 3   | 0.16 | 2.1318  | 26.5065  |
| 4   | 0.24 | 4.7712  | 39.4437  |
| 5   | 0.32 | 8.4371  | 52.1703  |
| 6   | 0.40 | 13.1128 | 64.6862  |
| 7   | 0.48 | 18.7813 | 76.9914  |
| 8   | 0.56 | 25.4258 | 89.0860  |
| 9   | 0.64 | 33.0295 | 100.9699 |
| 10  | 0.72 | 41.5754 | 112.6432 |
| 11  | 0.80 | 51.0467 | 124.1058 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |           |           |
|----|------|-----------|-----------|
| 2  | 0.24 | -2.8148   | -22.9827  |
| 3  | 0.48 | -10.8041  | -43.1209  |
| 4  | 0.72 | -23.2853  | -60.4146  |
| 5  | 0.96 | -39.5762  | -74.8935  |
| 6  | 1.20 | -59.0665  | -87.2097  |
| 7  | 1.44 | -81.2851  | -97.6298  |
| 8  | 1.68 | -105.7771 | -106.1540 |
| 9  | 1.92 | -132.0874 | -112.7822 |
| 10 | 2.16 | -159.7609 | -117.5144 |
| 11 | 2.40 | -188.3426 | -120.3506 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 4551.51        | -5.48          | 2330.68 | 137.10          | --               | --               |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 4681.93        | -75.90         | 1152.77 | 142.87          | --               | --               |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 4558.48        | -198.26        | 720.62  | 148.47          | --               | --               |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3879.46        | -317.09        | 443.58  | 153.91          | --               | --               |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 3205.24        | -416.07        | 283.11  | 159.24          | --               | --               |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 2618.26        | -488.92        | 186.31  | 164.44          | --               | --               |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1954.54        | -491.88        | 115.38  | 169.55          | --               | --               |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 1442.75        | -467.20        | 72.20   | 174.57          | --               | --               |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 1087.63        | -437.87        | 46.92   | 179.50          | --               | --               |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 854.80         | -417.00        | 32.21   | 184.98          | --               | --               |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 690.06         | -401.61        | 22.97   | 192.00          | --               | --               |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 570.59         | -393.20        | 16.93   | 198.98          | --               | --               |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 480.27         | -389.31        | 12.80   | 205.94          | --               | --               |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 410.93         | -388.84        | 9.90    | 212.88          | --               | --               |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 356.96         | -390.97        | 7.82    | 219.81          | --               | --               |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 314.36         | -395.11        | 6.30    | 226.72          | --               | --               |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 280.28         | -400.80        | 5.15    | 233.61          | --               | --               |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 252.71         | -407.73        | 4.28    | 240.49          | --               | --               |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 230.17         | -415.63        | 3.61    | 247.37          | --               | --               |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 211.53         | -424.31        | 3.08    | 254.23          | --               | --               |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 660.96  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 166.11  | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 74.22   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 41.97   | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 27.00   | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 18.85   | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 13.93   | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 10.72   | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 8.52    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 6.94    | 244.71          | --               | --               |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 125.80  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 32.78   | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 15.21   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 8.95    | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 6.00    | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 4.36    | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 3.35    | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 2.68    | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 2.22    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 1.88    | 244.71          | --               | --               |

COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 292.3844 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 276.3903 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 95.3785  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 39.56    | [°]  |           |     |

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 209.8170 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |

Risultanti

|  |           |       |
|--|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 276.3903  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 453.3205  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                  | -10.9137  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 644.6998  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 1212.0726 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 453.3205  | [kN]  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 276.3903 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.75     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.75     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 530.9341 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 31.37    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 339.2682 | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.88 |
|--|------|

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.96 Y[m]= 4.32

Raggio del cerchio R[m]= 10.66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.58

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.65

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.30

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 4169.49 | 76.79              | 4059.17       | 2.84           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 6240.93 | 65.00              | 5656.22       | 1.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 7216.08 | 57.61              | 6093.39       | 1.21           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 7829.62 | 51.54              | 6131.28       | 1.04           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 8225.47 | 46.22              | 5938.33       | 0.94           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 8466.70 | 41.37              | 5595.52       | 0.87           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 8588.01 | 36.86              | 5151.71       | 0.81           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 8610.94 | 32.61              | 4640.32       | 0.77           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 8549.87 | 28.55              | 4086.14       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 8414.87 | 24.64              | 3508.68       | 0.71           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 8213.26 | 20.86              | 2924.03       | 0.69           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 8210.76 | 17.16              | 2422.76       | 0.68           | 25.61  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 7988.29 | 13.54              | 1870.32       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 8066.96 | 9.97               | 1397.17       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 8451.93 | 6.45               | 948.84        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 7818.98 | 2.94               | 401.36        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2323.93 | -0.55              | -22.31        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 2040.88 | -4.04              | -143.95       | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1852.07 | -7.55              | -243.48       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1724.89 | -11.09             | -331.87       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 1547.69 | -14.67             | -392.09       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 1316.41 | -18.32             | -413.72       | 0.68           | 27.07  | 0.020 | 0.000 |
| 23       | 1017.57 | -22.04             | -381.81       | 0.70           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 654.27  | -25.86             | -285.37       | 0.72           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 222.29  | -29.81             | -110.51       | 0.75           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 1351.0068$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 573.6995$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 709.3482$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.93$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 182.0407 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.1527 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 72.1026  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 51.07          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 49.4890        | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 2.40       | [m]            | Y = -3.54          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 45.13          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 233.1300       | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 1.22       | [m]            | Y = -2.44          | [m] |
| Inerzia del muro  | 8.6427         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 4.3214         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 13.5454        | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 6.7727         | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>  |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 235.6103       | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 498.9282       | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -14.8837       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 498.9282       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 235.6103       | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.45           | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 4.00           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 551.7623       | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 25.28          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 226.5596       | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 921.6907       | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>  |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 4.00           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 209.69         | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 39.77          | [kPa]          |                    |     |
| <b><u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u></b>  |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.52$   | $i_q = 0.52$   | $i_\gamma = 0.02$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 17.72$ | $N'_q = 10.37$ | $N'_\gamma = 0.67$ |     |
| <b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>   |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.29           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 1.85           |                |                    |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | 0.0172   | 0.2964   |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.1298   | 0.9676   |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.4296   | 2.0136   |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 1.0085   | 3.4346   |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.9580   | 5.2303   |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 3.3701   | 7.4009   |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 5.3363   | 9.9464   |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 7.9486   | 12.8667  |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 11.2987  | 16.1650  |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 15.4911  | 19.9926  |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 20.7172  | 24.8612  |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 27.2677  | 30.9145  |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 35.4061  | 37.9185  |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 45.3565  | 45.7963  |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 57.3318  | 54.5231  |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 71.5396  | 64.0694  |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 88.1727  | 74.3477  |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 107.4013 | 85.2798  |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 129.3827 | 96.8379  |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 154.2631 | 108.9116 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.6034  | 15.0394  |
| 3   | 0.16 | 2.3991  | 29.8070  |
| 4   | 0.24 | 5.3653  | 44.3026  |
| 5   | 0.32 | 9.4802  | 58.5264  |
| 6   | 0.40 | 14.7222 | 72.4784  |
| 7   | 0.48 | 21.0695 | 86.1584  |
| 8   | 0.56 | 28.5003 | 99.5666  |
| 9   | 0.64 | 36.9929 | 112.7029 |
| 10  | 0.72 | 46.5256 | 125.5674 |
| 11  | 0.80 | 57.0765 | 138.1600 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |           |          |
|----|------|-----------|----------|
| 2  | 0.24 | -2.3678   | -19.2024 |
| 3  | 0.48 | -8.9631   | -35.2285 |
| 4  | 0.72 | -19.0234  | -48.0780 |
| 5  | 0.96 | -31.7868  | -57.7739 |
| 6  | 1.20 | -46.5468  | -64.8178 |
| 7  | 1.44 | -62.7036  | -69.4148 |
| 8  | 1.68 | -79.6702  | -71.5650 |
| 9  | 1.92 | -96.8591  | -71.2684 |
| 10 | 2.16 | -113.6832 | -68.5249 |
| 11 | 2.40 | -129.5553 | -63.3345 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 4470.51        | -39.26         | 2289.20 | 137.10          | --               | --               |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 4532.18        | -144.82        | 1115.90 | 142.87          | --               | --               |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 3876.91        | -263.31        | 612.87  | 148.47          | --               | --               |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3156.72        | -363.99        | 360.94  | 153.91          | --               | --               |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 2548.53        | -440.75        | 225.10  | 159.24          | --               | --               |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 1870.42        | -448.54        | 133.10  | 164.44          | --               | --               |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1347.49        | -424.47        | 79.54   | 169.55          | --               | --               |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 998.65         | -397.22        | 49.97   | 174.57          | --               | --               |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 777.83         | -379.10        | 33.55   | 179.50          | --               | --               |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 631.78         | -368.81        | 23.81   | 184.98          | --               | --               |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 529.40         | -365.02        | 17.62   | 192.00          | --               | --               |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 450.62         | -364.48        | 13.37   | 198.98          | --               | --               |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 388.22         | -366.21        | 10.34   | 205.94          | --               | --               |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 338.46         | -369.81        | 8.15    | 212.88          | --               | --               |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 298.52         | -374.95        | 6.54    | 219.81          | --               | --               |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 266.18         | -381.35        | 5.33    | 226.72          | --               | --               |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 239.76         | -388.77        | 4.41    | 233.61          | --               | --               |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 218.03         | -397.03        | 3.70    | 240.49          | --               | --               |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 199.99         | -405.98        | 3.14    | 247.37          | --               | --               |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 184.89         | -415.49        | 2.69    | 254.23          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 586.87  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 147.60  | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 66.00   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 37.35   | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 24.05   | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 16.81   | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 12.42   | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 9.57    | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 7.61    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 6.20    | 244.71          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 149.55  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 39.51   | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 18.61   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 11.14   | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 7.61    | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 5.65    | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 4.44    | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 3.66    | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 3.11    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 2.73    | 244.71          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 182.0407 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.1527 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 72.1026  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.07    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 39.5492  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 44.69    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.6427   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -4.3214  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 13.5454  | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -6.7727  | [kN] |           |     |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

---

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 226.4834 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 472.8032 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -14.8837 | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 472.8032 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 226.4834 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.47     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 524.2496 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 25.60    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 222.0998 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 898.0637 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 201.49 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 34.91  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.51$   | $i_q = 0.51$   | $i_\gamma = 0.02$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 17.72$ | $N'_q = 10.37$ | $N'_\gamma = 0.67$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.27 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 1.90 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | 0.0165   | 0.2889   |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.1248   | 0.9378   |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.4128   | 1.9465   |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 0.9687   | 3.3152   |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.8803   | 5.0439   |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 3.2358   | 7.1325   |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 5.1232   | 9.5810   |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 7.6304   | 12.3894  |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 10.8456  | 15.5609  |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 14.8692  | 19.2403  |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 19.8844  | 23.9188  |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 26.1704  | 29.7339  |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 33.9799  | 36.4615  |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 43.5277  | 44.0275  |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 55.0183  | 52.4082  |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 68.6506  | 61.5754  |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 84.6098  | 71.4453  |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 103.0589 | 81.9425  |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 124.1490 | 93.0407  |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 148.0203 | 104.6337 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.5772  | 14.3858  |
| 3   | 0.16 | 2.2946  | 28.5051  |
| 4   | 0.24 | 5.1309  | 42.3578  |
| 5   | 0.32 | 9.0648  | 55.9441  |
| 6   | 0.40 | 14.0749 | 69.2638  |
| 7   | 0.48 | 20.1399 | 82.3170  |
| 8   | 0.56 | 27.2385 | 95.1037  |
| 9   | 0.64 | 35.3493 | 107.6238 |
| 10  | 0.72 | 44.4512 | 119.8775 |
| 11  | 0.80 | 54.5226 | 131.8646 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |           |          |
|----|------|-----------|----------|
| 2  | 0.24 | -2.5097   | -20.3926 |
| 3  | 0.48 | -9.5382   | -37.6570 |
| 4  | 0.72 | -20.3348  | -51.7931 |
| 5  | 0.96 | -34.1491  | -62.8237 |
| 6  | 1.20 | -50.2860  | -71.2505 |
| 7  | 1.44 | -68.1574  | -77.2785 |
| 8  | 1.68 | -87.1878  | -80.9079 |
| 9  | 1.92 | -106.8013 | -82.1386 |
| 10 | 2.16 | -126.4224 | -80.9706 |
| 11 | 2.40 | -145.4753 | -77.4040 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 4473.85        | -37.87         | 2290.92 | 137.10          | --               | --               |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 4543.48        | -139.62        | 1118.68 | 142.87          | --               | --               |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 3946.41        | -257.56        | 623.86  | 148.47          | --               | --               |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3245.18        | -359.43        | 371.05  | 153.91          | --               | --               |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 2663.46        | -442.36        | 235.25  | 159.24          | --               | --               |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 1994.71        | -459.29        | 141.94  | 164.44          | --               | --               |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1443.94        | -436.68        | 85.24   | 169.55          | --               | --               |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 1073.06        | -409.73        | 53.70   | 174.57          | --               | --               |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 835.51         | -390.89        | 36.04   | 179.50          | --               | --               |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 674.79         | -378.10        | 25.43   | 184.98          | --               | --               |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 563.21         | -372.72        | 18.74   | 192.00          | --               | --               |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 477.94         | -371.02        | 14.18   | 198.98          | --               | --               |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 410.76         | -371.86        | 10.94   | 205.94          | --               | --               |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 357.43         | -374.79        | 8.61    | 212.88          | --               | --               |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 314.77         | -379.41        | 6.90    | 219.81          | --               | --               |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 280.32         | -385.39        | 5.61    | 226.72          | --               | --               |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 252.24         | -392.48        | 4.64    | 233.61          | --               | --               |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 229.18         | -400.47        | 3.89    | 240.49          | --               | --               |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 210.07         | -409.20        | 3.30    | 247.37          | --               | --               |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 194.10         | -418.54        | 2.83    | 254.23          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 613.48  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 154.32  | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 69.01   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 39.06   | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 25.16   | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 17.58   | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 13.00   | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 10.02   | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 7.97    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 354.11         | 6.49    | 244.71          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 244.71          | --               | --               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 141.10  | 244.71          | --               | --               |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 37.13   | 244.71          | --               | --               |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 17.41   | 244.71          | --               | --               |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 10.37   | 244.71          | --               | --               |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 7.04    | 244.71          | --               | --               |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 5.20    | 244.71          | --               | --               |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 4.06    | 244.71          | --               | --               |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 3.32    | 244.71          | --               | --               |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 2.80    | 244.71          | --               | --               |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0.00           | -354.11        | 2.43    | 244.71          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 265.8040 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 251.2639 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 86.7077  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 39.56    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 432.1759 | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.47 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 29.12    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.6427   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -4.3214  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 13.5454  | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -6.7727  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 682.8147  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 612.7235  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -12.1263  | [kN]  |  |  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 1627.1464 | [kNm] |  |  |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 1832.0259 | [kNm] |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 612.7235  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 682.8147  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 1.67      | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.00      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 917.4236  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 48.10     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 1020.5674 | [kNm] |  |  |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.13 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 265.8040 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 251.2639 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 86.7077  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.47 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 39.56    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 430.4774 | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.47 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 29.12    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.6427   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 4.3214   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 13.5454  | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 6.7727   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 681.2091  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 634.3575  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -12.1263  | [kN]  |  |  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 1597.0468 | [kNm] |  |  |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 1856.1640 | [kNm] |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 634.3575  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 681.2091  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 1.59      | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.23      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 930.8358  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 47.04     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 1009.5977 | [kNm] |  |  |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.16 |
|--|------|



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.96 Y[m]= 4.32

Raggio del cerchio R[m]= 10.66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.58

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.65

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.19

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 4169.49 | 76.79              | 4059.17       | 2.84           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 6240.93 | 65.00              | 5656.22       | 1.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 7216.08 | 57.61              | 6093.39       | 1.21           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 7829.62 | 51.54              | 6131.28       | 1.04           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 8225.47 | 46.22              | 5938.33       | 0.94           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 8466.70 | 41.37              | 5595.52       | 0.87           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 8588.01 | 36.86              | 5151.71       | 0.81           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 8610.94 | 32.61              | 4640.32       | 0.77           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 8549.87 | 28.55              | 4086.14       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 8414.87 | 24.64              | 3508.68       | 0.71           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 8213.26 | 20.86              | 2924.03       | 0.69           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 8210.76 | 17.16              | 2422.76       | 0.68           | 25.61  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 7988.29 | 13.54              | 1870.32       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 8066.96 | 9.97               | 1397.17       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 8451.93 | 6.45               | 948.84        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 7818.98 | 2.94               | 401.36        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2323.93 | -0.55              | -22.31        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 2040.88 | -4.04              | -143.95       | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1852.07 | -7.55              | -243.48       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1724.89 | -11.09             | -331.87       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 1547.69 | -14.67             | -392.09       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 1316.41 | -18.32             | -413.72       | 0.68           | 27.07  | 0.020 | 0.000 |
| 23       | 1017.57 | -22.04             | -381.81       | 0.70           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 654.27  | -25.86             | -285.37       | 0.72           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 222.29  | -29.81             | -110.51       | 0.75           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 1351.0068$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 573.6995$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 709.3482$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.93$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.96 Y[m]= 4.32

Raggio del cerchio R[m]= 10.66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.58

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.65

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.18

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 4169.49 | 76.79              | 4059.17       | 2.84           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 6240.93 | 65.00              | 5656.22       | 1.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 7216.08 | 57.61              | 6093.39       | 1.21           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 7829.62 | 51.54              | 6131.28       | 1.04           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 8225.47 | 46.22              | 5938.33       | 0.94           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 8466.70 | 41.37              | 5595.52       | 0.87           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 8588.01 | 36.86              | 5151.71       | 0.81           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 8610.94 | 32.61              | 4640.32       | 0.77           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 8549.87 | 28.55              | 4086.14       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 8414.87 | 24.64              | 3508.68       | 0.71           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 8213.26 | 20.86              | 2924.03       | 0.69           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 8210.76 | 17.16              | 2422.76       | 0.68           | 25.61  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 7988.29 | 13.54              | 1870.32       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 8066.96 | 9.97               | 1397.17       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 8451.93 | 6.45               | 948.84        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 7818.98 | 2.94               | 401.36        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2323.93 | -0.55              | -22.31        | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 2040.88 | -4.04              | -143.95       | 0.65           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1852.07 | -7.55              | -243.48       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1724.89 | -11.09             | -331.87       | 0.66           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 1547.69 | -14.67             | -392.09       | 0.67           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 1316.41 | -18.32             | -413.72       | 0.68           | 27.07  | 0.020 | 0.000 |
| 23       | 1017.57 | -22.04             | -381.81       | 0.70           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 654.27  | -25.86             | -285.37       | 0.72           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 222.29  | -29.81             | -110.51       | 0.75           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 1351.0068$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 573.6995$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 709.3482$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.93$

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 182.0407 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.1527 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 72.1026  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 51.07    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 167.1527  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 468.2326  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -14.8837  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 468.2326  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 167.1527  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.22      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 497.1738  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.65     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 105.2691  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1438.7185 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 156.53 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 77.58  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.61$   | $i_q = 0.61$   | $i_\gamma = 0.12$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 17.72$ | $N'_q = 10.37$ | $N'_\gamma = 0.67$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.71 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.07 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | -0.0010  | 0.1332  |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392   | 0.5330  |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852   | 1.1992  |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016   | 2.1320  |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.0533   | 3.3312  |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 1.9047   | 4.7970  |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 3.1206   | 6.5292  |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 4.7656   | 8.5280  |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045   | 10.7956 |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 9.6113   | 13.4421 |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 13.0230  | 16.8405 |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 17.3495  | 21.0953 |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 22.7804  | 26.0363 |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 29.4768  | 31.6072 |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 37.5918  | 37.7900 |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 47.2742  | 44.5633 |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 58.6625  | 51.8633 |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 71.8784  | 59.6330 |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 87.0344  | 67.8523 |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 104.2348 | 76.4404 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.4352  | 10.8596  |
| 3   | 0.16 | 1.7342  | 21.5928  |
| 4   | 0.24 | 3.8867  | 32.1997  |
| 5   | 0.32 | 6.8827  | 42.6803  |
| 6   | 0.40 | 10.7122 | 53.0346  |
| 7   | 0.48 | 15.3649 | 63.2625  |
| 8   | 0.56 | 20.8308 | 73.3642  |
| 9   | 0.64 | 27.0998 | 83.3395  |
| 10  | 0.72 | 34.1618 | 93.1884  |
| 11  | 0.80 | 42.0066 | 102.9111 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.24 | -1.3313  | -10.7830 |
| 3  | 0.48 | -5.0265  | -19.6995 |
| 4  | 0.72 | -10.6377 | -26.7495 |
| 5  | 0.96 | -17.7174 | -31.9558 |
| 6  | 1.20 | -25.8732 | -35.8200 |
| 7  | 1.44 | -34.8200 | -38.5472 |
| 8  | 1.68 | -44.2850 | -40.1376 |
| 9  | 1.92 | -53.9952 | -40.5911 |
| 10 | 2.16 | -63.6777 | -39.9076 |
| 11 | 2.40 | -73.0599 | -38.0873 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 5              | 1              | -81             | -82             |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 12             | 2              | -140            | -177            |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 23             | 4              | -158            | -307            |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 57             | 11             | -11             | -719            |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 88             | 14             | 360             | -1058           |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 132            | 19             | 1215            | -1516           |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 255            | 27             | 4757            | -2721           |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 332            | 32             | 7457            | -3452           |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 419            | 38             | 10883           | -4288           |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15242           | -5259           |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 640            | 54             | 20679           | -6386           |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 776            | 63             | 27277           | -7676           |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 928            | 72             | 35092           | -9134           |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1096           | 82             | 44164           | -10761          |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 1281           | 92             | 54516           | -12559          |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 1480           | 102            | 66143           | -14522          |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 1694           | 112            | 79032           | -16646          |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 1921           | 122            | 93164           | -18926          |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 8              | 17             | 495             | -67             |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 31             | 34             | 1971            | -265            |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 69             | 51             | 4419            | -595            |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 122            | 68             | 7825            | -1054           |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 191            | 84             | 12178           | -1640           |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 273            | 101            | 17468           | -2352           |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 371            | 117            | 23682           | -3189           |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 482            | 132            | 30809           | -4148           |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 608            | 148            | 38837           | -5229           |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 747            | 164            | 47755           | -6430           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 24             | -17            | -204            | 1513            |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 89             | -31            | -769            | 5714            |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 189            | -43            | -1628           | 12094           |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 315            | -51            | -2712           | 20142           |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 460            | -57            | -3961           | 29414           |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 620            | -61            | -5330           | 39585           |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 788            | -64            | -6779           | 50346           |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 961            | -65            | -8265           | 61385           |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1133           | -63            | -9748           | 72392           |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1300           | -61            | -11184          | 83058           |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.25 | 12.72           | 10.18           | 27.02           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.50 | 12.72           | 10.18           | -31.81          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.75 | 12.72           | 10.18           | -36.48          | -0.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.25 | 12.72           | 10.18           | -46.71          | -1.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.50 | 12.72           | 10.18           | -52.27          | -1.90 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |         |         |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|------|-------|
| 8  | 1.75 | 12.72 | 10.18 | -58.13  | -3.12   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 2.25 | 12.72 | 10.18 | -70.74  | -6.90   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.50 | 12.72 | 10.18 | -77.48  | -9.61   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.75 | 12.72 | 10.18 | -84.53  | -13.02  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 3.25 | 12.72 | 10.18 | -99.50  | -22.78  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 3.50 | 12.72 | 10.18 | -107.43 | -29.48  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.75 | 12.72 | 10.18 | -115.65 | -37.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.27  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.25 | 12.72 | 10.18 | -132.99 | -58.66  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.50 | 12.72 | 10.18 | -142.10 | -71.88  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 4.75 | 12.72 | 10.18 | -151.50 | -87.03  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 5.00 | 12.72 | 10.18 | -161.20 | -104.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.60 | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.52 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 0.44   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.44 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 1.73   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.36 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 3.89   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.28 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 6.88   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.20 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 10.71  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -1.12 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 15.36  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.04 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 20.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.96 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 27.10  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.88 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 34.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.80 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 42.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -73.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.24  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -63.68 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.48  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -54.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.72  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -44.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.96  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -34.82 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.20  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -25.87 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.44  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -17.72 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.68  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -10.64 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.92  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -5.03  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.16  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -1.33  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 2.40  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 182.0407 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.1527 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 72.1026  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.07    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 167.1527  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 468.2326  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -14.8837  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 468.2326  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 167.1527  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.22      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 497.1738  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.65     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 105.2691  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1438.7185 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 156.53 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte 77.58 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.61$  | $i_q = 0.61$  | $i_\gamma = 0.12$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.09$  | $d_q = 1.05$  | $d_\gamma = 1.05$  |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|  |                |                |                    |
|--|----------------|----------------|--------------------|
|  | $N'_c = 17.72$ | $N'_q = 10.37$ | $N'_\gamma = 0.67$ |
|--|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.71 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.07 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | -0.0010  | 0.1332  |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392   | 0.5330  |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852   | 1.1992  |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016   | 2.1320  |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.0533   | 3.3312  |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 1.9047   | 4.7970  |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 3.1206   | 6.5292  |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 4.7656   | 8.5280  |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045   | 10.7956 |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 9.6113   | 13.4421 |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 13.0230  | 16.8405 |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 17.3495  | 21.0953 |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 22.7804  | 26.0363 |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 29.4768  | 31.6072 |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 37.5918  | 37.7900 |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 47.2742  | 44.5633 |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 58.6625  | 51.8633 |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 71.8784  | 59.6330 |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 87.0344  | 67.8523 |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 104.2348 | 76.4404 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.4352  | 10.8596  |
| 3   | 0.16 | 1.7342  | 21.5928  |
| 4   | 0.24 | 3.8867  | 32.1997  |
| 5   | 0.32 | 6.8827  | 42.6803  |
| 6   | 0.40 | 10.7122 | 53.0346  |
| 7   | 0.48 | 15.3649 | 63.2625  |
| 8   | 0.56 | 20.8308 | 73.3642  |
| 9   | 0.64 | 27.0998 | 83.3395  |
| 10  | 0.72 | 34.1618 | 93.1884  |
| 11  | 0.80 | 42.0066 | 102.9111 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.24 | -1.3313  | -10.7830 |
| 3  | 0.48 | -5.0265  | -19.6995 |
| 4  | 0.72 | -10.6377 | -26.7495 |
| 5  | 0.96 | -17.7174 | -31.9558 |
| 6  | 1.20 | -25.8732 | -35.8200 |
| 7  | 1.44 | -34.8200 | -38.5472 |
| 8  | 1.68 | -44.2850 | -40.1376 |
| 9  | 1.92 | -53.9952 | -40.5911 |
| 10 | 2.16 | -63.6777 | -39.9076 |
| 11 | 2.40 | -73.0599 | -38.0873 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 5              | 1              | -81             | -82             |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 12             | 2              | -140            | -177            |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 23             | 4              | -158            | -307            |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 57             | 11             | -11             | -719            |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 88             | 14             | 360             | -1058           |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 132            | 19             | 1215            | -1516           |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 255            | 27             | 4757            | -2721           |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 332            | 32             | 7457            | -3452           |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 419            | 38             | 10883           | -4288           |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15242           | -5259           |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 640            | 54             | 20679           | -6386           |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 776            | 63             | 27277           | -7676           |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 928            | 72             | 35092           | -9134           |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1096           | 82             | 44164           | -10761          |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 1281           | 92             | 54516           | -12559          |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 1480           | 102            | 66143           | -14522          |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 1694           | 112            | 79032           | -16646          |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 1921           | 122            | 93164           | -18926          |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 8              | 17             | 495             | -67             |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 31             | 34             | 1971            | -265            |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 69             | 51             | 4419            | -595            |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 122            | 68             | 7825            | -1054           |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 191            | 84             | 12178           | -1640           |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 273            | 101            | 17468           | -2352           |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 371            | 117            | 23682           | -3189           |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 482            | 132            | 30809           | -4148           |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 608            | 148            | 38837           | -5229           |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 747            | 164            | 47755           | -6430           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 24             | -17            | -204            | 1513            |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 89             | -31            | -769            | 5714            |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 189            | -43            | -1628           | 12094           |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 315            | -51            | -2712           | 20142           |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 460            | -57            | -3961           | 29414           |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 620            | -61            | -5330           | 39585           |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 788            | -64            | -6779           | 50346           |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 961            | -65            | -8265           | 61385           |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1133           | -63            | -9748           | 72392           |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1300           | -61            | -11184          | 83058           |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.25 | 12.72           | 10.18           | 27.02           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.50 | 12.72           | 10.18           | -31.81          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.75 | 12.72           | 10.18           | -36.48          | -0.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.25 | 12.72           | 10.18           | -46.71          | -1.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.50 | 12.72           | 10.18           | -52.27          | -1.90 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |         |         |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|------|-------|
| 8  | 1.75 | 12.72 | 10.18 | -58.13  | -3.12   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 2.25 | 12.72 | 10.18 | -70.74  | -6.90   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.50 | 12.72 | 10.18 | -77.48  | -9.61   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.75 | 12.72 | 10.18 | -84.53  | -13.02  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 3.25 | 12.72 | 10.18 | -99.50  | -22.78  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 3.50 | 12.72 | 10.18 | -107.43 | -29.48  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.75 | 12.72 | 10.18 | -115.65 | -37.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.27  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.25 | 12.72 | 10.18 | -132.99 | -58.66  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.50 | 12.72 | 10.18 | -142.10 | -71.88  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 4.75 | 12.72 | 10.18 | -151.50 | -87.03  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 5.00 | 12.72 | 10.18 | -161.20 | -104.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.60 | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.52 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 0.44   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.44 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 1.73   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.36 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 3.89   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.28 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 6.88   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.20 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 10.71  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -1.12 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 15.36  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.04 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 20.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.96 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 27.10  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.88 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 34.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.80 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 42.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -73.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.24  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -63.68 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.48  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -54.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.72  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -44.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.96  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -34.82 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.20  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -25.87 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.44  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -17.72 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.68  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -10.64 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.92  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -5.03  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.16  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -1.33  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 2.40  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 182.0407 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 167.1527 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 72.1026  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 2.40 | [m]  | Y = -3.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.07    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 233.1300 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.22 | [m]  | Y = -2.44 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 167.1527  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 468.2326  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -14.8837  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 468.2326  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 167.1527  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.22      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 497.1738  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.65     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 105.2691  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1438.7185 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 156.53 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte

77.58

[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 30.14$

$N_q = 18.40$

$N_\gamma = 15.67$

**Fattori forma**

$s_c = 1.00$

$s_q = 1.00$

$s_\gamma = 1.00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0.61$

$i_q = 0.61$

$i_\gamma = 0.12$

**Fattori profondità**

$d_c = 1.09$

$d_q = 1.05$

$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.72$

$N'_q = 10.37$

$N'_\gamma = 0.67$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.71

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.07



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.25 | 1.9529  | -0.0010  | 0.1332  |
| 3   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392   | 0.5330  |
| 4   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852   | 1.1992  |
| 5   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016   | 2.1320  |
| 6   | 1.25 | 11.3217 | 1.0533   | 3.3312  |
| 7   | 1.50 | 14.0532 | 1.9047   | 4.7970  |
| 8   | 1.75 | 16.9404 | 3.1206   | 6.5292  |
| 9   | 2.00 | 19.9834 | 4.7656   | 8.5280  |
| 10  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045   | 10.7956 |
| 11  | 2.50 | 26.5366 | 9.6113   | 13.4421 |
| 12  | 2.75 | 30.0468 | 13.0230  | 16.8405 |
| 13  | 3.00 | 33.7127 | 17.3495  | 21.0953 |
| 14  | 3.25 | 37.5344 | 22.7804  | 26.0363 |
| 15  | 3.50 | 41.5118 | 29.4768  | 31.6072 |
| 16  | 3.75 | 45.6449 | 37.5918  | 37.7900 |
| 17  | 4.00 | 49.9337 | 47.2742  | 44.5633 |
| 18  | 4.25 | 54.3783 | 58.6625  | 51.8633 |
| 19  | 4.50 | 58.9786 | 71.8784  | 59.6330 |
| 20  | 4.75 | 63.7347 | 87.0344  | 67.8523 |
| 21  | 5.00 | 68.6465 | 104.2348 | 76.4404 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T        |
|-----|------|---------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   |
| 2   | 0.08 | 0.4352  | 10.8596  |
| 3   | 0.16 | 1.7342  | 21.5928  |
| 4   | 0.24 | 3.8867  | 32.1997  |
| 5   | 0.32 | 6.8827  | 42.6803  |
| 6   | 0.40 | 10.7122 | 53.0346  |
| 7   | 0.48 | 15.3649 | 63.2625  |
| 8   | 0.56 | 20.8308 | 73.3642  |
| 9   | 0.64 | 27.0998 | 83.3395  |
| 10  | 0.72 | 34.1618 | 93.1884  |
| 11  | 0.80 | 42.0066 | 102.9111 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.24 | -1.3313  | -10.7830 |
| 3  | 0.48 | -5.0265  | -19.6995 |
| 4  | 0.72 | -10.6377 | -26.7495 |
| 5  | 0.96 | -17.7174 | -31.9558 |
| 6  | 1.20 | -25.8732 | -35.8200 |
| 7  | 1.44 | -34.8200 | -38.5472 |
| 8  | 1.68 | -44.2850 | -40.1376 |
| 9  | 1.92 | -53.9952 | -40.5911 |
| 10 | 2.16 | -63.6777 | -39.9076 |
| 11 | 2.40 | -73.0599 | -38.0873 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.25 | 100, 33 | 12.72           | 10.18           | 5              | 1              | -81             | -82             |
| 3   | 0.50 | 100, 35 | 12.72           | 10.18           | 12             | 2              | -140            | -177            |
| 4   | 0.75 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 23             | 4              | -158            | -307            |
| 5   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 6   | 1.25 | 100, 43 | 12.72           | 10.18           | 57             | 11             | -11             | -719            |
| 7   | 1.50 | 100, 45 | 12.72           | 10.18           | 88             | 14             | 360             | -1058           |
| 8   | 1.75 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 132            | 19             | 1215            | -1516           |
| 9   | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 10  | 2.25 | 100, 53 | 12.72           | 10.18           | 255            | 27             | 4757            | -2721           |
| 11  | 2.50 | 100, 55 | 12.72           | 10.18           | 332            | 32             | 7457            | -3452           |
| 12  | 2.75 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 419            | 38             | 10883           | -4288           |
| 13  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15242           | -5259           |
| 14  | 3.25 | 100, 63 | 12.72           | 10.18           | 640            | 54             | 20679           | -6386           |
| 15  | 3.50 | 100, 65 | 12.72           | 10.18           | 776            | 63             | 27277           | -7676           |
| 16  | 3.75 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 928            | 72             | 35092           | -9134           |
| 17  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1096           | 82             | 44164           | -10761          |
| 18  | 4.25 | 100, 73 | 12.72           | 10.18           | 1281           | 92             | 54516           | -12559          |
| 19  | 4.50 | 100, 75 | 12.72           | 10.18           | 1480           | 102            | 66143           | -14522          |
| 20  | 4.75 | 100, 78 | 12.72           | 10.18           | 1694           | 112            | 79032           | -16646          |
| 21  | 5.00 | 100, 80 | 12.72           | 10.18           | 1921           | 122            | 93164           | -18926          |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 12

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.08 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 8              | 17             | 495             | -67             |
| 3   | 0.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 31             | 34             | 1971            | -265            |
| 4   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 69             | 51             | 4419            | -595            |
| 5   | 0.32 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 122            | 68             | 7825            | -1054           |
| 6   | 0.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 191            | 84             | 12178           | -1640           |
| 7   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 273            | 101            | 17468           | -2352           |
| 8   | 0.56 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 371            | 117            | 23682           | -3189           |
| 9   | 0.64 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 482            | 132            | 30809           | -4148           |
| 10  | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 608            | 148            | 38837           | -5229           |
| 11  | 0.80 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 747            | 164            | 47755           | -6430           |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.24 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 24             | -17            | -204            | 1513            |
| 3   | 0.48 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 89             | -31            | -769            | 5714            |
| 4   | 0.72 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 189            | -43            | -1628           | 12094           |
| 5   | 0.96 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 315            | -51            | -2712           | 20142           |
| 6   | 1.20 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 460            | -57            | -3961           | 29414           |
| 7   | 1.44 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 620            | -61            | -5330           | 39585           |
| 8   | 1.68 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 788            | -64            | -6779           | 50346           |
| 9   | 1.92 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 961            | -65            | -8265           | 61385           |
| 10  | 2.16 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1133           | -63            | -9748           | 72392           |
| 11  | 2.40 | 100, 80 | 12.72           | 12.72           | 1300           | -61            | -11184          | 83058           |

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.25 | 12.72           | 10.18           | 27.02           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.50 | 12.72           | 10.18           | -31.81          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.75 | 12.72           | 10.18           | -36.48          | -0.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.25 | 12.72           | 10.18           | -46.71          | -1.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.50 | 12.72           | 10.18           | -52.27          | -1.90 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |         |         |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|---------|--------|------|-------|
| 8  | 1.75 | 12.72 | 10.18 | -58.13  | -3.12   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 2.25 | 12.72 | 10.18 | -70.74  | -6.90   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.50 | 12.72 | 10.18 | -77.48  | -9.61   | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.75 | 12.72 | 10.18 | -84.53  | -13.02  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 3.25 | 12.72 | 10.18 | -99.50  | -22.78  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 3.50 | 12.72 | 10.18 | -107.43 | -29.48  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.75 | 12.72 | 10.18 | -115.65 | -37.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.27  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 4.25 | 12.72 | 10.18 | -132.99 | -58.66  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 4.50 | 12.72 | 10.18 | -142.10 | -71.88  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 4.75 | 12.72 | 10.18 | -151.50 | -87.03  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 5.00 | 12.72 | 10.18 | -161.20 | -104.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.60 | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.52 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 0.44   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.44 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 1.73   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.36 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 3.89   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.28 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 6.88   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.20 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 10.71  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -1.12 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 15.36  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.04 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 20.83  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.96 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 27.10  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.88 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 34.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.80 | 12.72           | 12.72           | 161.58          | 42.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -73.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.24  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -63.68 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.48  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -54.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.72  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -44.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.96  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -34.82 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.20  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -25.87 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.44  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -17.72 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.68  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -10.64 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.92  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -5.03  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.16  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | -1.33  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 2.40  | 12.72           | 12.72           | -161.58         | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

## 7.12 File di INPUT - muro di controripa PIH4

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

|                    |  |
|--------------------|--|
| γ <sub>Gsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                |
| γ <sub>Gfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                 |
| γ <sub>Qsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                 |
| γ <sub>Qfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                  |
| γ <sub>tanφ'</sub> | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                        |
| γ <sub>c'</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                |
| γ <sub>cu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                            |
| γ <sub>qu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                     |
| γ <sub>r</sub>     | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                    | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | γ <sub>Gfav</sub>  | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ <sub>Gsfav</sub> | 1.30 | 1.00 | 1.10 | 1.30 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|           |             |                  |      |      |      |      |
|-----------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Variabili | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                      |  | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|----------------------|--|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ |  | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        |  | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        |  | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        |  | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$           |  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                      |  | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|----------------------|--|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ |  | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        |  | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        |  | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        |  | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$           |  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

| Verifica                           | Coefficienti parziali |      |      |
|------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                    | R1                    | R2   | R3   |
| Capacità portante della fondazione | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Scorrimento                        | 1.00                  | 1.00 | 1.10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Stabilità globale                  |                       | 1.10 |      |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 4.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.70 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 5.71 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 10.00 [m]              |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.70 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 1.80 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 3.20 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.60 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 1.50  | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 8.50  | 4.67 | 33.71 |
| 3 | 12.00 | 4.67 | 0.00  |

Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.25 | [m] |

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|---|---|----|----|---------|
|-----|---|---|----|----|---------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|-------|
| 1 | 4.60 | 0.00 | 7.74 | 0.00 | PN/PR |
| 2 | 5.00 | 0.00 | 3.82 | 0.00 | SKF   |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.10                       | 1.00                     | 1.10                              |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|--|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|                         |    |      |      |      |
|-------------------------|----|------|------|------|
| Peso proprio muro       | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno          | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.47                    | --                      | 2.75                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 2.12                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.34                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.38                    | --                      | 2.40                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.36                    | --                      | 2.48                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 1.91                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 1.97                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.22                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.22                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 1.83                    | --                      | 3.84                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 1.83                    | --                      | 3.84                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 1.83                    | --                      | 3.84                     | --                       |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -9.7537  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 300.5316 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 124.9801 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.20     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 325.4831 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 22.58    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 60.0454  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 827.9438 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.20   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 129.10 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 58.73  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.56$   | $i_q = 0.56$   | $i_\gamma = 0.06$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 18.47$ | $N'_q = 10.80$ | $N'_\gamma = 1.00$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.47 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.75 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | -0.0003 | 0.1109  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0277  | 0.4435  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.1273  | 0.9978  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.3419  | 1.7738  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 0.7148  | 2.7716  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 1.2894  | 3.9911  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 2.1090  | 5.4323  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 3.2169  | 7.0953  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 4.6566  | 8.9800  |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 6.4712  | 11.0864 |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 8.7042  | 13.4145 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 11.4001 | 15.9862 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 14.6251 | 19.0457 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 18.5111 | 22.8910 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 23.2075 | 27.4106 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 28.8352 | 32.4938 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 35.5015 | 38.1047 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 43.3081 | 44.2095 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 52.3464 | 50.7408 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 62.6919 | 57.5912 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.2783  | 7.9331  |
| 3   | 0.14 | 1.1081  | 15.7584 |
| 4   | 0.21 | 2.4819  | 23.4759 |
| 5   | 0.28 | 4.3922  | 31.0857 |
| 6   | 0.35 | 6.8314  | 38.5878 |
| 7   | 0.42 | 9.7920  | 45.9821 |
| 8   | 0.49 | 13.2664 | 53.2687 |
| 9   | 0.56 | 17.2471 | 60.4475 |
| 10  | 0.63 | 21.7266 | 67.5186 |
| 11  | 0.70 | 26.6972 | 74.4819 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.9348  | -10.1787 |
| 3  | 0.36 | -3.5901  | -19.1407 |
| 4  | 0.54 | -7.7779  | -27.2715 |
| 5  | 0.72 | -13.3651 | -34.6900 |
| 6  | 0.90 | -20.2236 | -41.3959 |
| 7  | 1.08 | -28.2249 | -47.3895 |
| 8  | 1.26 | -37.2410 | -52.6705 |
| 9  | 1.44 | -47.1436 | -57.2392 |
| 10 | 1.62 | -57.8044 | -61.0953 |
| 11 | 1.80 | -69.0952 | -64.2390 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4506.36        | 0.88           | 2907.64 | 126.20          | --               | --               |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 4643.24        | -40.19         | 1451.31 | 140.58          | --               | --               |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 4706.16        | -121.08        | 951.03  | 145.13          | --               | --               |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 4433.63        | -223.02        | 652.26  | 149.57          | --               | --               |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3879.46        | -317.09        | 443.58  | 153.91          | --               | --               |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 3332.42        | -398.08        | 308.73  | 158.18          | --               | --               |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 2865.69        | -466.99        | 221.43  | 162.37          | --               | --               |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 2340.19        | -495.63        | 154.07  | 166.50          | --               | --               |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1838.23        | -488.11        | 104.82  | 170.56          | --               | --               |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 1442.75        | -467.20        | 72.20   | 174.57          | --               | --               |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 1147.44        | -443.30        | 50.93   | 178.52          | --               | --               |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 941.10         | -426.14        | 37.38   | 182.43          | --               | --               |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 782.61         | -409.92        | 28.03   | 187.79          | --               | --               |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 664.44         | -399.75        | 21.60   | 193.39          | --               | --               |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 571.50         | -393.41        | 16.95   | 198.98          | --               | --               |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 497.08         | -389.95        | 13.52   | 204.55          | --               | --               |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 436.98         | -388.78        | 10.95   | 210.11          | --               | --               |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 388.04         | -389.49        | 8.99    | 215.66          | --               | --               |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 347.91         | -391.73        | 7.48    | 221.19          | --               | --               |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 314.81         | -395.24        | 6.30    | 226.72          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 743.68  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 186.76  | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 83.38   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 47.12   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 30.29   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 21.14   | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 15.60   | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 12.00   | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 9.53    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 7.75    | 194.43          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 221.39  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 57.65   | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 26.61   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 15.48   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 10.23   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 7.33    | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 5.56    | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 4.39    | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 3.58    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 3.00    | 194.43          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 158.6556 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 149.9768 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 51.7549  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.77 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 46.62    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 123.6334 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |

### Risultanti

|  |          |       |
|--|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 149.9768 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 274.8383 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                  | -7.1520  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 273.9265 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 580.0998 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 274.8383 | [kN]  |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 149.9768 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.49     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 313.0960 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 28.62    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 133.5679 | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 2.12 |
|--|------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.76 Y[m]= 3.41

Raggio del cerchio R[m]= 8.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.63

Larghezza della striscia dx[m]= 0.51

Coefficiente di sicurezza C= 1.34

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 2255.36 | 77.77              | 2204.21       | 2.42           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 3644.96 | 65.31              | 3311.85       | 1.23           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 4264.37 | 57.85              | 3610.32       | 0.96           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 4652.67 | 51.74              | 3653.42       | 0.83           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 4903.16 | 46.39              | 3550.03       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 5056.17 | 41.52              | 3351.83       | 0.68           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 5133.79 | 37.00              | 3089.78       | 0.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 5149.66 | 32.74              | 2785.00       | 0.61           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 5112.86 | 28.67              | 2453.11       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 5029.76 | 24.76              | 2106.38       | 0.56           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 4904.98 | 20.96              | 1754.91       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 4858.11 | 17.26              | 1441.83       | 0.54           | 26.59  | 0.024 | 0.000 |
| 13       | 4906.98 | 13.64              | 1157.05       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 5009.03 | 10.07              | 875.63        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 5223.18 | 6.54               | 594.52        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 5457.90 | 3.03               | 288.39        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1572.19 | -0.47              | -12.80        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 1319.00 | -3.96              | -91.18        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1148.46 | -7.48              | -149.43       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1069.82 | -11.02             | -204.44       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 960.00  | -14.60             | -242.00       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 815.63  | -18.24             | -255.36       | 0.54           | 27.78  | 0.014 | 0.000 |
| 23       | 629.43  | -21.97             | -235.46       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 403.64  | -25.79             | -175.62       | 0.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 135.07  | -29.74             | -67.01        | 0.59           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 820.0077$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 341.2275$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 430.5303$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.18$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 104.7015 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 96.1386  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.4701  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 50.32          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 26.9129        | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 1.80       | [m]            | Y = -2.91          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 47.88          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 137.3704       | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.90       | [m]            | Y = -1.99          | [m] |
| Inerzia del muro  | 5.6940         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 2.8470         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 7.9815         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 3.9908         | [kN]           |                    |     |
| <b>Risultanti</b>   |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 135.1796       | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 305.5880       | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -9.7537        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 305.5880       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 135.1796       | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.27           | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 3.20           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 334.1520       | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 23.86          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 83.9185        | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 732.9054       | [kN]           |                    |     |
| <b>Tensioni sul terreno</b>   |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 3.20           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 144.67         | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 46.33          | [kPa]          |                    |     |
| <b>Fattori per il calcolo della capacità portante</b>   |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.54$   | $i_q = 0.54$   | $i_\gamma = 0.04$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 18.47$ | $N'_q = 10.80$ | $N'_\gamma = 1.00$ |     |
| <b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</b>  |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.38           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 2.40           |                |                    |     |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | 0.0091  | 0.2085  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0681  | 0.6598  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.2246  | 1.3537  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.5262  | 2.2904  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 1.0202  | 3.4698  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 1.7543  | 4.8919  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 2.7761  | 6.5568  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 4.1330  | 8.4643  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 5.8727  | 10.6146 |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 8.0426  | 13.0077 |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 10.6903 | 15.6434 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 13.8645 | 18.5452 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 17.6373 | 21.9740 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 22.1508 | 26.2483 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 27.5661 | 31.2489 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 34.0132 | 36.8576 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 41.6083 | 43.0359 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 50.4613 | 49.7478 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 60.6709 | 56.9212 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 72.3192 | 64.4414 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.3159  | 9.0014  |
| 3   | 0.14 | 1.2567  | 17.8522 |
| 4   | 0.21 | 2.8117  | 26.5525 |
| 5   | 0.28 | 4.9705  | 35.1021 |
| 6   | 0.35 | 7.7225  | 43.5012 |
| 7   | 0.42 | 11.0572 | 51.7497 |
| 8   | 0.49 | 14.9640 | 59.8476 |
| 9   | 0.56 | 19.4323 | 67.7949 |
| 10  | 0.63 | 24.4517 | 75.5916 |
| 11  | 0.70 | 30.0116 | 83.2378 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.7431  | -8.0227  |
| 3  | 0.36 | -2.8043  | -14.6619 |
| 4  | 0.54 | -5.9580  | -20.2141 |
| 5  | 0.72 | -10.0216 | -24.7705 |
| 6  | 0.90 | -14.8157 | -28.3313 |
| 7  | 1.08 | -20.1611 | -30.8963 |
| 8  | 1.26 | -25.8786 | -32.4656 |
| 9  | 1.44 | -31.7890 | -33.0392 |
| 10 | 1.62 | -37.7130 | -32.6171 |
| 11 | 1.80 | -43.4714 | -31.1993 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4444.23        | -26.13         | 2867.55 | 135.93          | --               | --               |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 4516.76        | -96.21         | 1411.78 | 140.58          | --               | --               |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 4290.96        | -194.80        | 867.12  | 145.13          | --               | --               |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 3707.03        | -286.95        | 545.36  | 149.57          | --               | --               |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3131.51        | -365.29        | 358.06  | 153.91          | --               | --               |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 2655.33        | -431.57        | 246.00  | 158.18          | --               | --               |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 2095.72        | -449.54        | 161.93  | 162.37          | --               | --               |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 1615.19        | -439.49        | 106.34  | 166.50          | --               | --               |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1244.02        | -416.60        | 70.94   | 170.56          | --               | --               |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 978.61         | -393.85        | 48.97   | 174.57          | --               | --               |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 799.01         | -379.12        | 35.46   | 178.52          | --               | --               |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 670.30         | -369.13        | 26.62   | 182.43          | --               | --               |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 577.14         | -364.56        | 20.67   | 187.79          | --               | --               |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 503.97         | -362.83        | 16.38   | 193.39          | --               | --               |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 443.73         | -362.82        | 13.16   | 198.98          | --               | --               |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 393.60         | -364.21        | 10.71   | 204.55          | --               | --               |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 351.76         | -366.80        | 8.82    | 210.11          | --               | --               |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 316.75         | -370.45        | 7.34    | 215.66          | --               | --               |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 287.35         | -374.99        | 6.18    | 221.19          | --               | --               |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 262.61         | -380.33        | 5.26    | 226.72          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 655.07  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 164.68  | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 73.60   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 41.64   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 26.80   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 18.72   | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 13.83   | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 10.65   | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 8.46    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 6.90    | 194.43          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 278.49  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 73.80   | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 34.74   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 20.65   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 13.97   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 10.27   | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 8.00    | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 6.51    | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 5.49    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 4.76    | 194.43          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 104.7015 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 96.1386  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.4701  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.32    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 20.9198  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 47.76    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |
| Inerzia del muro   | 5.6940   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.8470  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 7.9815   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -3.9908  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

---

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 129.6767 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 289.5387 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -9.7537  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 289.5387 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 129.6767 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.29     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 317.2518 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 24.13    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 82.6848  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 717.1063 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.20   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 138.93 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 42.03  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.54$   | $i_q = 0.54$   | $i_\gamma = 0.04$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 18.47$ | $N'_q = 10.80$ | $N'_\gamma = 1.00$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.36 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 2.48 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | 0.0088  | 0.2038  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0656  | 0.6407  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.2161  | 1.3109  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.5058  | 2.2143  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 0.9805  | 3.3508  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 1.6858  | 4.7206  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 2.6673  | 6.3236  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 3.9706  | 8.1598  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 5.6414  | 10.2292 |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 7.7253  | 12.5318 |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 10.2680 | 15.0676 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 13.3163 | 17.8590 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 16.9393 | 21.1565 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 21.2733 | 25.2658 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 26.4731 | 30.0724 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 32.6635 | 35.4629 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 39.9559 | 41.4004 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 48.4559 | 47.8503 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 58.2583 | 54.7433 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 69.4417 | 61.9695 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.3019  | 8.6008  |
| 3   | 0.14 | 1.2007  | 17.0533 |
| 4   | 0.21 | 2.6859  | 25.3574 |
| 5   | 0.28 | 4.7472  | 33.5131 |
| 6   | 0.35 | 7.3743  | 41.5205 |
| 7   | 0.42 | 10.5566 | 49.3795 |
| 8   | 0.49 | 14.2839 | 57.0901 |
| 9   | 0.56 | 18.5458 | 64.6523 |
| 10  | 0.63 | 23.3318 | 72.0662 |
| 11  | 0.70 | 28.6316 | 79.3317 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.8131  | -8.8027  |
| 3  | 0.36 | -3.0859  | -16.2365 |
| 4  | 0.54 | -6.5957  | -22.5979 |
| 5  | 0.72 | -11.1623 | -27.9783 |
| 6  | 0.90 | -16.6090 | -32.3775 |
| 7  | 1.08 | -22.7594 | -35.7957 |
| 8  | 1.26 | -29.4367 | -38.2329 |
| 9  | 1.44 | -36.4643 | -39.6889 |
| 10 | 1.62 | -43.6658 | -40.1639 |
| 11 | 1.80 | -50.8645 | -39.6578 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 131.14          | --               | --               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4446.42        | -25.24         | 2868.97 | 135.93          | --               | --               |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 4524.49        | -92.79         | 1414.20 | 140.58          | --               | --               |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 4340.22        | -189.52        | 877.08  | 145.13          | --               | --               |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 3783.55        | -281.57        | 556.62  | 149.57          | --               | --               |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 3218.28        | -360.82        | 367.98  | 153.91          | --               | --               |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 2738.87        | -427.76        | 253.74  | 158.18          | --               | --               |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 2213.25        | -456.15        | 171.01  | 162.37          | --               | --               |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 1717.39        | -448.94        | 113.07  | 166.50          | --               | --               |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 1331.77        | -428.42        | 75.94   | 170.56          | --               | --               |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 1049.73        | -405.81        | 52.53   | 174.57          | --               | --               |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 858.01         | -391.04        | 38.08   | 178.52          | --               | --               |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 716.26         | -378.85        | 28.45   | 182.43          | --               | --               |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 614.53         | -372.82        | 22.01   | 187.79          | --               | --               |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 535.13         | -370.00        | 17.39   | 193.39          | --               | --               |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 470.08         | -369.13        | 13.94   | 198.98          | --               | --               |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 416.18         | -369.83        | 11.32   | 204.55          | --               | --               |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 371.36         | -371.86        | 9.31    | 210.11          | --               | --               |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 333.95         | -375.04        | 7.74    | 215.66          | --               | --               |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 302.61         | -379.21        | 6.51    | 221.19          | --               | --               |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 276.30         | -384.24        | 5.53    | 226.72          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 685.52  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 172.37  | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 77.05   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 43.59   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 28.06   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 19.60   | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 14.49   | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 11.16   | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 8.87    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 206.95         | 7.23    | 194.43          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 194.43          | --               | --               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 254.52  | 194.43          | --               | --               |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 67.06   | 194.43          | --               | --               |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 31.38   | 194.43          | --               | --               |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 18.54   | 194.43          | --               | --               |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 12.46   | 194.43          | --               | --               |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 9.09    | 194.43          | --               | --               |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 7.03    | 194.43          | --               | --               |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 5.68    | 194.43          | --               | --               |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 4.74    | 194.43          | --               | --               |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -206.95        | 4.07    | 194.43          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 144.2324 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 136.3425 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 47.0499  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.77 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 46.62    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 22.8908  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.77 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 43.81    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |
| Inerzia del muro   | 5.6940   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.8470  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 7.9815   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -3.9908  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 172.3103 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 294.2997 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.9467  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 331.7555 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 633.9430 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 294.2997 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 172.3103 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.57     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.08     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 341.0325 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 30.35    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 168.6921 | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.91 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 144.2324 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 136.3425 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 47.0499  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.77 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 46.62    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 31.1720  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.77 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 43.94    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |
| Inerzia del muro   | 5.6940   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 2.8470   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 7.9815   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 3.9908   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 180.1386 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 310.6767 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.9467  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 332.9793 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 655.6618 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 310.6767 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 180.1386 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.56     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.12     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 359.1238 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 30.11    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 174.4003 | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.97 |
|--|------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.76 Y[m]= 3.41

Raggio del cerchio R[m]= 8.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.63

Larghezza della striscia dx[m]= 0.51

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 2255.36 | 77.77              | 2204.21       | 2.42           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 3644.96 | 65.31              | 3311.85       | 1.23           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 4264.37 | 57.85              | 3610.32       | 0.96           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 4652.67 | 51.74              | 3653.42       | 0.83           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 4903.16 | 46.39              | 3550.03       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 5056.17 | 41.52              | 3351.83       | 0.68           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 5133.79 | 37.00              | 3089.78       | 0.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 5149.66 | 32.74              | 2785.00       | 0.61           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 5112.86 | 28.67              | 2453.11       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 5029.76 | 24.76              | 2106.38       | 0.56           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 4904.98 | 20.96              | 1754.91       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 4858.11 | 17.26              | 1441.83       | 0.54           | 26.59  | 0.024 | 0.000 |
| 13       | 4906.98 | 13.64              | 1157.05       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 5009.03 | 10.07              | 875.63        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 5223.18 | 6.54               | 594.52        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 5457.90 | 3.03               | 288.39        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1572.19 | -0.47              | -12.80        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 1319.00 | -3.96              | -91.18        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1148.46 | -7.48              | -149.43       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1069.82 | -11.02             | -204.44       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 960.00  | -14.60             | -242.00       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 815.63  | -18.24             | -255.36       | 0.54           | 27.78  | 0.014 | 0.000 |
| 23       | 629.43  | -21.97             | -235.46       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 403.64  | -25.79             | -175.62       | 0.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 135.07  | -29.74             | -67.01        | 0.59           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 820.0077$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 341.2275$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 430.5303$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.18$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.76 Y[m]= 3.41

Raggio del cerchio R[m]= 8.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.63

Larghezza della striscia dx[m]= 0.51

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 2255.36 | 77.77              | 2204.21       | 2.42           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 3644.96 | 65.31              | 3311.85       | 1.23           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 4264.37 | 57.85              | 3610.32       | 0.96           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 4652.67 | 51.74              | 3653.42       | 0.83           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 4903.16 | 46.39              | 3550.03       | 0.74           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 5056.17 | 41.52              | 3351.83       | 0.68           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 5133.79 | 37.00              | 3089.78       | 0.64           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 5149.66 | 32.74              | 2785.00       | 0.61           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 5112.86 | 28.67              | 2453.11       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 5029.76 | 24.76              | 2106.38       | 0.56           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 4904.98 | 20.96              | 1754.91       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 4858.11 | 17.26              | 1441.83       | 0.54           | 26.59  | 0.024 | 0.000 |
| 13       | 4906.98 | 13.64              | 1157.05       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 5009.03 | 10.07              | 875.63        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 5223.18 | 6.54               | 594.52        | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 5457.90 | 3.03               | 288.39        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1572.19 | -0.47              | -12.80        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 1319.00 | -3.96              | -91.18        | 0.51           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 1148.46 | -7.48              | -149.43       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 1069.82 | -11.02             | -204.44       | 0.52           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 960.00  | -14.60             | -242.00       | 0.53           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 815.63  | -18.24             | -255.36       | 0.54           | 27.78  | 0.014 | 0.000 |
| 23       | 629.43  | -21.97             | -235.46       | 0.55           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 403.64  | -25.79             | -175.62       | 0.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 135.07  | -29.74             | -67.01        | 0.59           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 820.0077$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 341.2275$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 430.5303$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.18$

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 104.7015 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 96.1386  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.4701  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 50.32    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 96.1386   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 288.0905  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -9.7537   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 288.0905  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 96.1386   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 303.7084  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18.45     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 31.2129   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1104.8617 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.20   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 108.32 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 71.74  | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.63$   | $i_q = 0.63$   | $i_\gamma = 0.15$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 18.47$ | $N'_q = 10.80$ | $N'_\gamma = 1.00$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.83 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.84 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 4.7656  | 8.5280  |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 6.4341  | 10.3189 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 8.4526  | 12.2971 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 10.8719 | 14.6505 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 13.7930 | 17.6085 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 17.3310 | 21.0850 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 21.5783 | 24.9953 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 26.6174 | 29.3113 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 32.5262 | 34.0073 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 39.3749 | 39.0314 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 47.2212 | 44.3009 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.2280  | 6.5042  |
| 3   | 0.14 | 0.9093  | 12.9524 |
| 4   | 0.21 | 2.0400  | 19.3445 |
| 5   | 0.28 | 3.6162  | 25.6807 |
| 6   | 0.35 | 5.6340  | 31.9609 |
| 7   | 0.42 | 8.0894  | 38.1850 |
| 8   | 0.49 | 10.9786 | 44.3531 |
| 9   | 0.56 | 14.2976 | 50.4653 |
| 10  | 0.63 | 18.0424 | 56.5214 |
| 11  | 0.70 | 22.2092 | 62.5215 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.3502  | -3.7609  |
| 3  | 0.36 | -1.3075  | -6.7635  |
| 4  | 0.54 | -2.7592  | -9.3045  |
| 5  | 0.72 | -4.6349  | -11.4752 |
| 6  | 0.90 | -6.8680  | -13.2755 |
| 7  | 1.08 | -9.3919  | -14.7055 |
| 8  | 1.26 | -12.1398 | -15.7651 |
| 9  | 1.44 | -15.0451 | -16.4544 |
| 10 | 1.62 | -18.0411 | -16.7733 |
| 11 | 1.80 | -21.0613 | -16.7219 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4              | 0              | -66             | -65             |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 9              | 1              | -120            | -136            |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 16             | 3              | -153            | -224            |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 25             | 5              | -156            | -338            |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 53             | 10             | -47             | -665            |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 74             | 13             | 166             | -908            |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 104            | 16             | 633             | -1228           |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 142            | 19             | 1458            | -1620           |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 241            | 26             | 4293            | -2585           |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 300            | 30             | 6298            | -3148           |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 365            | 34             | 8716            | -3770           |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 438            | 40             | 11650           | -4466           |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15214           | -5255           |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 614            | 53             | 19472           | -6144           |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 719            | 59             | 24467           | -7136           |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 834            | 67             | 30229           | -8235           |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 960            | 74             | 36773           | -9441           |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1095           | 81             | 44095           | -10751          |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 7              | 14             | 447             | -50             |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 30             | 28             | 1782            | -199            |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 67             | 42             | 3998            | -447            |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 118            | 56             | 7088            | -792            |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 185            | 70             | 11042           | -1233           |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 265            | 83             | 15855           | -1771           |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 360            | 97             | 21518           | -2403           |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 468            | 110            | 28023           | -3130           |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | 123            | 35362           | -3949           |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 727            | 136            | 43529           | -4862           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 11             | -8             | -77             | 686             |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 43             | -15            | -286            | 2563            |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 90             | -20            | -604            | 5408            |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 152            | -25            | -1015           | 9084            |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 225            | -29            | -1503           | 13461           |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 308            | -32            | -2056           | 18408           |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 398            | -34            | -2657           | 23794           |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 493            | -36            | -3293           | 29488           |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | -37            | -3949           | 35360           |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 690            | -36            | -4610           | 41279           |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.20 | 12.72           | 10.18           | 26.19           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.40 | 12.72           | 10.18           | -30.03          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.60 | 12.72           | 10.18           | -33.64          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.80 | 12.72           | 10.18           | -37.45          | -0.23 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.20 | 12.72           | 10.18           | -45.63          | -0.92 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |         |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.40 | 12.72 | 10.18 | -50.01  | -1.52  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.60 | 12.72 | 10.18 | -54.58  | -2.34  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.80 | 12.72 | 10.18 | -59.34  | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.20 | 12.72 | 10.18 | -69.42  | -6.43  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 2.40 | 12.72 | 10.18 | -74.75  | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 2.60 | 12.72 | 10.18 | -80.27  | -10.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.80 | 12.72 | 10.18 | -85.97  | -13.79 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.33 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.20 | 12.72 | 10.18 | -97.95  | -21.58 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 3.40 | 12.72 | 10.18 | -104.22 | -26.62 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 3.60 | 12.72 | 10.18 | -110.68 | -32.53 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 3.80 | 12.72 | 10.18 | -117.34 | -39.37 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.40 | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.33 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.23   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.26 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.91   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.19 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 2.04   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.12 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 3.62   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.05 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 5.63   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 8.09   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.91 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 10.98  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.84 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 14.30  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.77 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 18.04  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 22.21  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -21.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.18  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -18.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -15.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.54  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -12.14 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -9.39  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.90  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -6.87  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -4.63  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.26  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -2.76  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.44  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -1.31  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.62  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -0.35  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.80  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 104.7015 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 96.1386  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.4701  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.32    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 96.1386   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 288.0905  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -9.7537   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 288.0905  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 96.1386   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 303.7084  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18.45     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 31.2129   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1104.8617 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.20   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 108.32 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte

71.74

[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 30.14$

$N_q = 18.40$

$N_\gamma = 15.67$

**Fattori forma**

$s_c = 1.00$

$s_q = 1.00$

$s_\gamma = 1.00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0.63$

$i_q = 0.63$

$i_\gamma = 0.15$

**Fattori profondità**

$d_c = 1.09$

$d_q = 1.05$

$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.47$

$N'_q = 10.80$

$N'_\gamma = 1.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.83

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.84



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 4.7656  | 8.5280  |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 6.4341  | 10.3189 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 8.4526  | 12.2971 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 10.8719 | 14.6505 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 13.7930 | 17.6085 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 17.3310 | 21.0850 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 21.5783 | 24.9953 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 26.6174 | 29.3113 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 32.5262 | 34.0073 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 39.3749 | 39.0314 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 47.2212 | 44.3009 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.2280  | 6.5042  |
| 3   | 0.14 | 0.9093  | 12.9524 |
| 4   | 0.21 | 2.0400  | 19.3445 |
| 5   | 0.28 | 3.6162  | 25.6807 |
| 6   | 0.35 | 5.6340  | 31.9609 |
| 7   | 0.42 | 8.0894  | 38.1850 |
| 8   | 0.49 | 10.9786 | 44.3531 |
| 9   | 0.56 | 14.2976 | 50.4653 |
| 10  | 0.63 | 18.0424 | 56.5214 |
| 11  | 0.70 | 22.2092 | 62.5215 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.3502  | -3.7609  |
| 3  | 0.36 | -1.3075  | -6.7635  |
| 4  | 0.54 | -2.7592  | -9.3045  |
| 5  | 0.72 | -4.6349  | -11.4752 |
| 6  | 0.90 | -6.8680  | -13.2755 |
| 7  | 1.08 | -9.3919  | -14.7055 |
| 8  | 1.26 | -12.1398 | -15.7651 |
| 9  | 1.44 | -15.0451 | -16.4544 |
| 10 | 1.62 | -18.0411 | -16.7733 |
| 11 | 1.80 | -21.0613 | -16.7219 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4              | 0              | -66             | -65             |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 9              | 1              | -120            | -136            |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 16             | 3              | -153            | -224            |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 25             | 5              | -156            | -338            |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 53             | 10             | -47             | -665            |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 74             | 13             | 166             | -908            |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 104            | 16             | 633             | -1228           |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 142            | 19             | 1458            | -1620           |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 241            | 26             | 4293            | -2585           |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 300            | 30             | 6298            | -3148           |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 365            | 34             | 8716            | -3770           |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 438            | 40             | 11650           | -4466           |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15214           | -5255           |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 614            | 53             | 19472           | -6144           |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 719            | 59             | 24467           | -7136           |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 834            | 67             | 30229           | -8235           |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 960            | 74             | 36773           | -9441           |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1095           | 81             | 44095           | -10751          |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 7              | 14             | 447             | -50             |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 30             | 28             | 1782            | -199            |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 67             | 42             | 3998            | -447            |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 118            | 56             | 7088            | -792            |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 185            | 70             | 11042           | -1233           |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 265            | 83             | 15855           | -1771           |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 360            | 97             | 21518           | -2403           |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 468            | 110            | 28023           | -3130           |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | 123            | 35362           | -3949           |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 727            | 136            | 43529           | -4862           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 11             | -8             | -77             | 686             |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 43             | -15            | -286            | 2563            |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 90             | -20            | -604            | 5408            |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 152            | -25            | -1015           | 9084            |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 225            | -29            | -1503           | 13461           |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 308            | -32            | -2056           | 18408           |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 398            | -34            | -2657           | 23794           |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 493            | -36            | -3293           | 29488           |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | -37            | -3949           | 35360           |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 690            | -36            | -4610           | 41279           |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.20 | 12.72           | 10.18           | 26.19           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.40 | 12.72           | 10.18           | -30.03          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.60 | 12.72           | 10.18           | -33.64          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.80 | 12.72           | 10.18           | -37.45          | -0.23 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.20 | 12.72           | 10.18           | -45.63          | -0.92 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |         |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.40 | 12.72 | 10.18 | -50.01  | -1.52  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.60 | 12.72 | 10.18 | -54.58  | -2.34  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.80 | 12.72 | 10.18 | -59.34  | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.20 | 12.72 | 10.18 | -69.42  | -6.43  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 2.40 | 12.72 | 10.18 | -74.75  | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 2.60 | 12.72 | 10.18 | -80.27  | -10.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.80 | 12.72 | 10.18 | -85.97  | -13.79 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.33 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.20 | 12.72 | 10.18 | -97.95  | -21.58 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 3.40 | 12.72 | 10.18 | -104.22 | -26.62 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 3.60 | 12.72 | 10.18 | -110.68 | -32.53 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 3.80 | 12.72 | 10.18 | -117.34 | -39.37 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.40 | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.33 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.23   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.26 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.91   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.19 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 2.04   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.12 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 3.62   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.05 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 5.63   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 8.09   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.91 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 10.98  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.84 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 14.30  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.77 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 18.04  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 22.21  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -21.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.18  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -18.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -15.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.54  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -12.14 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -9.39  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.90  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -6.87  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -4.63  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.26  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -2.76  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.44  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -1.31  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.62  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -0.35  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.80  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 104.7015 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 96.1386  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.4701  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.80 | [m]  | Y = -2.91 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.32    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 137.3704 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.90 | [m]  | Y = -1.99 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 96.1386   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 288.0905  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -9.7537   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 288.0905  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 96.1386   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.20      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 303.7084  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18.45     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 31.2129   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1104.8617 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.20   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 108.32 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte

71.74

[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 30.14$

$N_q = 18.40$

$N_\gamma = 15.67$

**Fattori forma**

$s_c = 1.00$

$s_q = 1.00$

$s_\gamma = 1.00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0.63$

$i_q = 0.63$

$i_\gamma = 0.15$

**Fattori profondità**

$d_c = 1.09$

$d_q = 1.05$

$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.47$

$N'_q = 10.80$

$N'_\gamma = 1.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.83

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.84



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853  |
| 3   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411  |
| 4   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 5   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645  |
| 6   | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320  |
| 7   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 8   | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787  |
| 9   | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579  |
| 10  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 11  | 2.00 | 19.9834 | 4.7656  | 8.5280  |
| 12  | 2.20 | 22.5300 | 6.4341  | 10.3189 |
| 13  | 2.40 | 25.1761 | 8.4526  | 12.2971 |
| 14  | 2.60 | 27.9220 | 10.8719 | 14.6505 |
| 15  | 2.80 | 30.7675 | 13.7930 | 17.6085 |
| 16  | 3.00 | 33.7127 | 17.3310 | 21.0850 |
| 17  | 3.20 | 36.7576 | 21.5783 | 24.9953 |
| 18  | 3.40 | 39.9021 | 26.6174 | 29.3113 |
| 19  | 3.60 | 43.1463 | 32.5262 | 34.0073 |
| 20  | 3.80 | 46.4902 | 39.3749 | 39.0314 |
| 21  | 4.00 | 49.9337 | 47.2212 | 44.3009 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.2280  | 6.5042  |
| 3   | 0.14 | 0.9093  | 12.9524 |
| 4   | 0.21 | 2.0400  | 19.3445 |
| 5   | 0.28 | 3.6162  | 25.6807 |
| 6   | 0.35 | 5.6340  | 31.9609 |
| 7   | 0.42 | 8.0894  | 38.1850 |
| 8   | 0.49 | 10.9786 | 44.3531 |
| 9   | 0.56 | 14.2976 | 50.4653 |
| 10  | 0.63 | 18.0424 | 56.5214 |
| 11  | 0.70 | 22.2092 | 62.5215 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.18 | -0.3502  | -3.7609  |
| 3  | 0.36 | -1.3075  | -6.7635  |
| 4  | 0.54 | -2.7592  | -9.3045  |
| 5  | 0.72 | -4.6349  | -11.4752 |
| 6  | 0.90 | -6.8680  | -13.2755 |
| 7  | 1.08 | -9.3919  | -14.7055 |
| 8  | 1.26 | -12.1398 | -15.7651 |
| 9  | 1.44 | -15.0451 | -16.4544 |
| 10 | 1.62 | -18.0411 | -16.7733 |
| 11 | 1.80 | -21.0613 | -16.7219 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 12.72           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.20 | 100, 32 | 12.72           | 10.18           | 4              | 0              | -66             | -65             |
| 3   | 0.40 | 100, 34 | 12.72           | 10.18           | 9              | 1              | -120            | -136            |
| 4   | 0.60 | 100, 36 | 12.72           | 10.18           | 16             | 3              | -153            | -224            |
| 5   | 0.80 | 100, 38 | 12.72           | 10.18           | 25             | 5              | -156            | -338            |
| 6   | 1.00 | 100, 40 | 12.72           | 10.18           | 37             | 7              | -124            | -483            |
| 7   | 1.20 | 100, 42 | 12.72           | 10.18           | 53             | 10             | -47             | -665            |
| 8   | 1.40 | 100, 44 | 12.72           | 10.18           | 74             | 13             | 166             | -908            |
| 9   | 1.60 | 100, 46 | 12.72           | 10.18           | 104            | 16             | 633             | -1228           |
| 10  | 1.80 | 100, 48 | 12.72           | 10.18           | 142            | 19             | 1458            | -1620           |
| 11  | 2.00 | 100, 50 | 12.72           | 10.18           | 188            | 23             | 2677            | -2075           |
| 12  | 2.20 | 100, 52 | 12.72           | 10.18           | 241            | 26             | 4293            | -2585           |
| 13  | 2.40 | 100, 54 | 12.72           | 10.18           | 300            | 30             | 6298            | -3148           |
| 14  | 2.60 | 100, 56 | 12.72           | 10.18           | 365            | 34             | 8716            | -3770           |
| 15  | 2.80 | 100, 58 | 12.72           | 10.18           | 438            | 40             | 11650           | -4466           |
| 16  | 3.00 | 100, 60 | 12.72           | 10.18           | 521            | 46             | 15214           | -5255           |
| 17  | 3.20 | 100, 62 | 12.72           | 10.18           | 614            | 53             | 19472           | -6144           |
| 18  | 3.40 | 100, 64 | 12.72           | 10.18           | 719            | 59             | 24467           | -7136           |
| 19  | 3.60 | 100, 66 | 12.72           | 10.18           | 834            | 67             | 30229           | -8235           |
| 20  | 3.80 | 100, 68 | 12.72           | 10.18           | 960            | 74             | 36773           | -9441           |
| 21  | 4.00 | 100, 70 | 12.72           | 10.18           | 1095           | 81             | 44095           | -10751          |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.07 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 7              | 14             | 447             | -50             |
| 3   | 0.14 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 30             | 28             | 1782            | -199            |
| 4   | 0.21 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 67             | 42             | 3998            | -447            |
| 5   | 0.28 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 118            | 56             | 7088            | -792            |
| 6   | 0.35 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 185            | 70             | 11042           | -1233           |
| 7   | 0.42 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 265            | 83             | 15855           | -1771           |
| 8   | 0.49 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 360            | 97             | 21518           | -2403           |
| 9   | 0.56 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 468            | 110            | 28023           | -3130           |
| 10  | 0.63 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | 123            | 35362           | -3949           |
| 11  | 0.70 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 727            | 136            | 43529           | -4862           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.18 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 11             | -8             | -77             | 686             |
| 3   | 0.36 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 43             | -15            | -286            | 2563            |
| 4   | 0.54 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 90             | -20            | -604            | 5408            |
| 5   | 0.72 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 152            | -25            | -1015           | 9084            |
| 6   | 0.90 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 225            | -29            | -1503           | 13461           |
| 7   | 1.08 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 308            | -32            | -2056           | 18408           |
| 8   | 1.26 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 398            | -34            | -2657           | 23794           |
| 9   | 1.44 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 493            | -36            | -3293           | 29488           |
| 10  | 1.62 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 591            | -37            | -3949           | 35360           |
| 11  | 1.80 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 690            | -36            | -4610           | 41279           |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 12.72           | 10.18           | -23.38          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.20 | 12.72           | 10.18           | 26.19           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.40 | 12.72           | 10.18           | -30.03          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.60 | 12.72           | 10.18           | -33.64          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.80 | 12.72           | 10.18           | -37.45          | -0.23 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 1.00 | 12.72           | 10.18           | -41.44          | -0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 1.20 | 12.72           | 10.18           | -45.63          | -0.92 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |         |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|---------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.40 | 12.72 | 10.18 | -50.01  | -1.52  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.60 | 12.72 | 10.18 | -54.58  | -2.34  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.80 | 12.72 | 10.18 | -59.34  | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 2.00 | 12.72 | 10.18 | -64.28  | -4.77  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 2.20 | 12.72 | 10.18 | -69.42  | -6.43  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 2.40 | 12.72 | 10.18 | -74.75  | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 2.60 | 12.72 | 10.18 | -80.27  | -10.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.80 | 12.72 | 10.18 | -85.97  | -13.79 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 3.00 | 12.72 | 10.18 | -91.87  | -17.33 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 3.20 | 12.72 | 10.18 | -97.95  | -21.58 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 3.40 | 12.72 | 10.18 | -104.22 | -26.62 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 3.60 | 12.72 | 10.18 | -110.68 | -32.53 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 3.80 | 12.72 | 10.18 | -117.34 | -39.37 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 4.00 | 12.72 | 10.18 | -124.17 | -47.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M      | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.40 | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.33 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.23   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.26 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 0.91   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.19 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 2.04   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.12 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 3.62   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -1.05 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 5.63   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 8.09   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.91 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 10.98  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.84 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 14.30  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.77 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 18.04  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 90.62           | 22.21  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -21.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.18  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -18.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -15.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.54  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -12.14 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -9.39  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.90  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -6.87  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -4.63  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.26  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -2.76  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.44  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -1.31  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.62  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | -0.35  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.80  | 10.18           | 10.18           | -90.62          | 0.00   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

## 7.13 File di INPUT - muro di controripa PIH3

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

|                    |  |
|--------------------|--|
| γ <sub>Gsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                |
| γ <sub>Gfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                 |
| γ <sub>Qsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                 |
| γ <sub>Qfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                  |
| γ <sub>tanφ</sub>  | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                        |
| γ <sub>c</sub>     | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                |
| γ <sub>cu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                            |
| γ <sub>qu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                     |
| γ <sub>r</sub>     | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                    | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | γ <sub>Gfav</sub>  | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ <sub>Gsfav</sub> | 1.30 | 1.00 | 1.10 | 1.30 |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|           |             |                  |      |      |      |      |
|-----------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Variabili | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     |  | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ |  | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$          |  | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       |  | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       |  | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$          |  | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                  | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     |  | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ |  | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$          |  | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       |  | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       |  | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$          |  | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

|                                    | <i>R1</i> | <i>R2</i> | <i>R3</i> |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Capacità portante della fondazione | 1.00      | 1.00      | 1.40      |
| Scorrimento                        | 1.00      | 1.00      | 1.10      |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00      | 1.00      | 1.40      |
| Stabilità globale                  |           | 1.10      |           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 3.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.60 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 5.71 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 10.00 [m]              |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.70 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 1.70 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 3.00 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.50 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

## Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 1.50  | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 7.50  | 4.00 | 33.69 |
| 3 | 12.00 | 4.00 | 0.00  |

## Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.25 | [m] |

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

| Nr.         | Indice del terreno                                    |
|-------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|---|---|----|----|---------|
|-----|---|---|----|----|---------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|-------|
| 1 | 3.50 | 0.00 | 6.53 | 0.00 | PN/PR |
| 2 | 5.00 | 0.00 | 3.53 | 0.00 | SKF   |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.10     | 1.00   | 1.10            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|--|-------|----------|--------|-----------------|
|--|-------|----------|--------|-----------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|                         |    |      |      |      |
|-------------------------|----|------|------|------|
| Peso proprio muro       | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno          | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.74                    | --                      | 4.61                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 2.97                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.48                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.58                    | --                      | 3.92                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.57                    | --                      | 4.06                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 2.58                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 2.70                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.34                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.34                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 2.19                    | --                      | 5.79                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 2.19                    | --                      | 5.79                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 2.19                    | --                      | 5.79                     | --                       |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.63 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.45                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.24                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.81$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 2.91$           |

#### **Combinazioni SLE**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.00 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.20                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 0.00$           |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Forma diagramma incremento sismico | Stessa forma diagramma statico |
|------------------------------------|--------------------------------|

|  |                 |
|--|-----------------|
| Partecipazione spinta passiva (percento) | 50.0            |
| Lunghezza del muro                       | 10.00 [m]       |
| Peso muro                                | 71.2500 [kN]    |
| Baricentro del muro                      | X=-0.01 Y=-2.50 |

### Superficie di spinta

|  |                    |
|--|--------------------|
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 1.70 Y = -3.50 |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 1.70 Y = 0.13  |
| Altezza della superficie di spinta                         | 3.63 [m]           |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00 [°]           |

### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 80.1004  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 73.5494  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 31.7261  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.26    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |

### Risultanti

|  |          |      |
|--|----------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 73.5494  | [kN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 208.3795 | [kN] |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.5937  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 208.3795 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 73.5494  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.01     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 220.9785 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.44    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 2.8781   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 961.4730 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.00  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 71.38 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 67.54 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.61$   | $i_q = 0.61$   | $i_\gamma = 0.12$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.04$   | $d_\gamma = 1.04$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.74 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.61 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | -0.0012 | 0.0624  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0074  | 0.2494  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.0442  | 0.5612  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.1273  | 0.9978  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.2751  | 1.5590  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.5059  | 2.2450  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 0.8379  | 3.0557  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 1.2894  | 3.9911  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 1.8788  | 5.0512  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 2.6242  | 6.2361  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 3.5441  | 7.5457  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 4.6566  | 8.9800  |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 5.9800  | 10.5390 |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 7.5327  | 12.2227 |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 9.3330  | 14.0312 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 11.3992 | 15.9688 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 13.7569 | 18.1625 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 16.4620 | 20.8280 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 19.5848 | 23.9260 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 23.1804 | 27.3210 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1442  | 4.1184  |
| 3   | 0.14 | 0.5764  | 8.2305  |
| 4   | 0.21 | 1.2963  | 12.3363 |
| 5   | 0.28 | 2.3034  | 16.4359 |
| 6   | 0.35 | 3.5972  | 20.5291 |
| 7   | 0.42 | 5.1773  | 24.6162 |
| 8   | 0.49 | 7.0433  | 28.6969 |
| 9   | 0.56 | 9.1947  | 32.7714 |
| 10  | 0.63 | 11.6311 | 36.8396 |
| 11  | 0.70 | 14.3521 | 40.9016 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.17 | -0.3085  | -3.5435  |
| 3  | 0.34 | -1.1832  | -6.7354  |
| 4  | 0.51 | -2.5963  | -9.8830  |
| 5  | 0.68 | -4.5414  | -12.9937 |
| 6  | 0.85 | -7.0121  | -16.0673 |
| 7  | 1.02 | -10.0022 | -19.1040 |
| 8  | 1.19 | -13.5054 | -22.1037 |
| 9  | 1.36 | -17.5154 | -25.0665 |
| 10 | 1.53 | -22.0259 | -27.9923 |
| 11 | 1.70 | -27.0306 | -30.8811 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4342.08        | 4.46           | 3765.80 | 125.09          | --               | --               |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4491.24        | -14.16         | 1901.36 | 128.38          | --               | --               |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4578.03        | -55.77         | 1262.11 | 131.60          | --               | --               |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4631.43        | -119.16        | 935.92  | 134.77          | --               | --               |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 4560.20        | -198.33        | 720.89  | 137.88          | --               | --               |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 4165.04        | -271.55        | 536.79  | 140.94          | --               | --               |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 3724.74        | -337.45        | 402.74  | 143.96          | --               | --               |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 3302.30        | -394.48        | 305.94  | 147.89          | --               | --               |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 2911.52        | -441.29        | 234.88  | 152.23          | --               | --               |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 2487.48        | -464.50        | 177.00  | 156.56          | --               | --               |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 2048.13        | -460.38        | 129.90  | 160.87          | --               | --               |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 1663.65        | -441.76        | 94.87   | 165.16          | --               | --               |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 1337.50        | -413.08        | 69.08   | 169.43          | --               | --               |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 1088.71        | -386.03        | 51.25   | 173.69          | --               | --               |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 912.61         | -367.41        | 39.37   | 177.94          | --               | --               |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 773.07         | -350.03        | 30.71   | 182.17          | --               | --               |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 669.46         | -338.26        | 24.59   | 186.39          | --               | --               |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 588.32         | -330.18        | 20.06   | 190.59          | --               | --               |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 521.59         | -324.35        | 16.56   | 194.79          | --               | --               |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 465.72         | -320.22        | 13.81   | 198.98          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 1167.90 | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 292.12  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 129.90  | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 73.11   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 46.81   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 32.52   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 23.91   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 18.31   | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 14.48   | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 11.73   | 168.22          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 545.90  | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 142.31  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 64.86   | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 37.08   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 24.01   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 16.84   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 12.47   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 9.61    | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 7.64    | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 6.23    | 168.22          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 95.2174  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 90.0088  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 31.0608  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.11 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.56    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 87.4380  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |

### Risultanti

|  |          |       |
|--|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 90.0088  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 190.8738 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                  | -5.5682  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 124.8223 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 370.8927 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 190.8738 | [kN]  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 90.0088  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.21     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 211.0317 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 25.25    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 40.2403  | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 2.97 |
|--|------|

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.30 Y[m]= 2.72

Raggio del cerchio R[m]= 6.54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.89

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.40

Coefficiente di sicurezza C= 1.48

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1269.06 | 78.16              | 1242.04       | 1.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 2157.73 | 65.24              | 1959.40       | 0.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 2540.88 | 57.68              | 2147.31       | 0.76           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 2779.60 | 51.51              | 2175.71       | 0.65           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 2932.43 | 46.10              | 2113.04       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 3024.56 | 41.19              | 1991.68       | 0.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 3069.73 | 36.62              | 1831.02       | 0.50           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 3076.43 | 32.31              | 1644.28       | 0.48           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 3050.28 | 28.20              | 1441.24       | 0.46           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 2995.25 | 24.24              | 1229.63       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 2914.17 | 20.40              | 1015.78       | 0.43           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 2920.76 | 16.66              | 837.13        | 0.42           | 25.66  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 2975.32 | 12.98              | 668.44        | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 3035.17 | 9.36               | 493.87        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 3075.44 | 5.78               | 309.91        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 3563.56 | 2.23               | 138.36        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2311.12 | -1.32              | -53.42        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 930.94  | -4.88              | -79.19        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 842.59  | -8.45              | -123.86       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 711.86  | -12.06             | -148.74       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 637.47  | -15.72             | -172.69       | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 539.59  | -19.44             | -179.60       | 0.43           | 28.95  | 0.003 | 0.000 |
| 23       | 415.47  | -23.25             | -164.03       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 265.88  | -27.18             | -121.45       | 0.45           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 88.20   | -31.25             | -45.76        | 0.47           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 511.1651$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 197.6082$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 266.5885$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.06$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 61.6157  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 56.5765  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 24.4047  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 49.26          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 16.9407        | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 1.70       | [m]            | Y = -2.23          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 46.88          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 97.1533        | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.85       | [m]            | Y = -1.50          | [m] |
| Inerzia del muro  | 4.1398         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 2.0699         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 5.6448         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 2.8224         | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>  |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 82.3957        | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 212.6602       | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -7.5937        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 212.6602       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 82.3957        | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.08           | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 3.00           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 228.0645       | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 21.18          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 16.9918        | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 834.6568       | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>  |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 3.00           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 82.21          | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 59.56          | [kPa]          |                    |     |
| <b><u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u></b>  |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.58$   | $i_q = 0.58$   | $i_\gamma = 0.09$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.04$   | $d_\gamma = 1.04$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |     |
| <b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>   |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.58           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 3.92           |                |                    |     |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | 0.0042  | 0.1372  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0309  | 0.4182  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.1012  | 0.8430  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.2362  | 1.4114  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.4571  | 2.1237  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.7851  | 2.9796  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 1.2412  | 3.9793  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 1.8467  | 5.1228  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 2.6226  | 6.4100  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 3.5901  | 7.8410  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 4.7703  | 9.4157  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 6.1844  | 11.1341 |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 7.8534  | 12.9963 |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 9.7987  | 15.0022 |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 12.0412 | 17.1519 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 14.6023 | 19.4503 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 17.5113 | 22.0404 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 20.8318 | 25.1653 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 24.6433 | 28.7806 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 29.0087 | 32.7337 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1704  | 4.8615  |
| 3   | 0.14 | 0.6797  | 9.6860  |
| 4   | 0.21 | 1.5256  | 14.4735 |
| 5   | 0.28 | 2.7052  | 19.2241 |
| 6   | 0.35 | 4.2161  | 23.9376 |
| 7   | 0.42 | 6.0556  | 28.6141 |
| 8   | 0.49 | 8.2212  | 33.2536 |
| 9   | 0.56 | 10.7102 | 37.8560 |
| 10  | 0.63 | 13.5201 | 42.4215 |
| 11  | 0.70 | 16.6484 | 46.9500 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.17 | -0.1637 | -1.8285 |
| 3  | 0.34 | -0.5944 | -3.1968 |
| 4  | 0.51 | -1.2382 | -4.3412 |
| 5  | 0.68 | -2.0580 | -5.2673 |
| 6  | 0.85 | -3.0167 | -5.9752 |
| 7  | 1.02 | -4.0772 | -6.4648 |
| 8  | 1.19 | -5.2024 | -6.7362 |
| 9  | 1.36 | -6.3551 | -6.7893 |
| 10 | 1.53 | -7.4984 | -6.6241 |
| 11 | 1.70 | -8.5950 | -6.2407 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4316.61        | -15.70         | 3743.71 | 125.09          | --               | --               |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4398.64        | -57.47         | 1862.15 | 128.38          | --               | --               |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4440.35        | -123.82        | 1224.15 | 131.60          | --               | --               |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4225.05        | -201.66        | 853.80  | 134.77          | --               | --               |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 3761.92        | -271.85        | 594.70  | 137.88          | --               | --               |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 3283.05        | -332.19        | 423.12  | 140.94          | --               | --               |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 2850.74        | -382.60        | 308.24  | 143.96          | --               | --               |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 2413.76        | -412.96        | 223.62  | 147.89          | --               | --               |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 1935.99        | -409.61        | 156.18  | 152.23          | --               | --               |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 1521.25        | -388.63        | 108.25  | 156.56          | --               | --               |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 1192.58        | -360.82        | 75.64   | 160.87          | --               | --               |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 951.61         | -335.59        | 54.26   | 165.16          | --               | --               |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 785.59         | -318.64        | 40.57   | 169.43          | --               | --               |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 661.42         | -305.07        | 31.13   | 173.69          | --               | --               |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 571.50         | -296.85        | 24.65   | 177.94          | --               | --               |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 503.56         | -292.07        | 20.00   | 182.17          | --               | --               |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 450.20         | -289.56        | 16.54   | 186.39          | --               | --               |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 406.11         | -288.42        | 13.85   | 190.59          | --               | --               |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 368.23         | -288.13        | 11.69   | 194.79          | --               | --               |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 335.28         | -288.50        | 9.95    | 198.98          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 988.37  | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 247.72  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 110.38  | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 62.25   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 39.94   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 27.81   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 20.48   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 15.72   | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 12.45   | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 10.11   | 168.22          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 1028.63 | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 283.30  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 135.99  | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 81.82   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 55.82   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 41.30   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 32.37   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 26.50   | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 22.46   | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 19.59   | 168.22          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 61.6157  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 56.5765  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 24.4047  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.26    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 13.4181  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 46.76    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.1398   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.0699  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 5.6448   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -2.8224  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

---

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 79.1612  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 201.4804 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.5937  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 201.4804 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 79.1612  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.09     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 216.4736 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.45    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 17.8112  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 817.4786 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.00  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 79.03 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 55.29 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.58$   | $i_q = 0.58$   | $i_\gamma = 0.08$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.04$   | $d_\gamma = 1.04$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.57 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.06 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | 0.0041  | 0.1346  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0298  | 0.4078  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.0976  | 0.8195  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.2278  | 1.3697  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.4408  | 2.0584  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.7569  | 2.8857  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 1.1965  | 3.8515  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 1.7799  | 4.9559  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 2.5275  | 6.1987  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 3.4597  | 7.5801  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 4.5967  | 9.1000  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 5.9590  | 10.7585 |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 7.5669  | 12.5555 |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 9.4408  | 14.4910 |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 11.6010 | 16.5650 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 14.0681 | 18.7824 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 16.8702 | 21.2807 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 20.0686 | 24.2941 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 23.7399 | 27.7798 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 27.9446 | 31.5909 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1626  | 4.6380  |
| 3   | 0.14 | 0.6484  | 9.2372  |
| 4   | 0.21 | 1.4549  | 13.7976 |
| 5   | 0.28 | 2.5792  | 18.3193 |
| 6   | 0.35 | 4.0187  | 22.8021 |
| 7   | 0.42 | 5.7706  | 27.2462 |
| 8   | 0.49 | 7.8322  | 31.6515 |
| 9   | 0.56 | 10.2009 | 36.0179 |
| 10  | 0.63 | 12.8738 | 40.3456 |
| 11  | 0.70 | 15.8484 | 44.6345 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.17 | -0.2251  | -2.5496  |
| 3  | 0.34 | -0.8390  | -4.6285  |
| 4  | 0.51 | -1.7858  | -6.4730  |
| 5  | 0.68 | -3.0268  | -8.0886  |
| 6  | 0.85 | -4.5230  | -9.4755  |
| 7  | 1.02 | -6.2355  | -10.6337 |
| 8  | 1.19 | -8.1255  | -11.5630 |
| 9  | 1.36 | -10.1540 | -12.2636 |
| 10 | 1.53 | -12.2821 | -12.7354 |
| 11 | 1.70 | -14.4710 | -12.9784 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4317.71        | -15.21         | 3744.66 | 125.09          | --               | --               |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4402.68        | -55.58         | 1863.86 | 128.38          | --               | --               |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4448.62        | -119.74        | 1226.43 | 131.60          | --               | --               |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4272.02        | -196.70        | 863.29  | 134.77          | --               | --               |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 3827.94        | -266.76        | 605.13  | 137.88          | --               | --               |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 3362.47        | -328.02        | 433.36  | 140.94          | --               | --               |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 2931.71        | -379.28        | 316.99  | 143.96          | --               | --               |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 2528.92        | -417.01        | 234.29  | 147.89          | --               | --               |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 2042.97        | -416.57        | 164.81  | 152.23          | --               | --               |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 1625.87        | -400.26        | 115.69  | 156.56          | --               | --               |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 1278.64        | -372.78        | 81.10   | 160.87          | --               | --               |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 1021.63        | -347.15        | 58.26   | 165.16          | --               | --               |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 844.57         | -330.06        | 43.62   | 169.43          | --               | --               |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 707.17         | -314.26        | 33.29   | 173.69          | --               | --               |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 608.61         | -304.56        | 26.25   | 177.94          | --               | --               |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 534.65         | -298.75        | 21.24   | 182.17          | --               | --               |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 476.87         | -295.48        | 17.52   | 186.39          | --               | --               |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 429.34         | -293.74        | 14.64   | 190.59          | --               | --               |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 388.64         | -292.95        | 12.34   | 194.79          | --               | --               |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 353.35         | -292.89        | 10.48   | 198.98          | --               | --               |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 1035.87 | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 259.69  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 115.74  | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 65.29   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 41.90   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 29.18   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 21.50   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 16.51   | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 13.08   | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 168.39         | 10.62   | 168.22          | --               | --               |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 168.22          | --               | --               |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 747.91  | 168.22          | --               | --               |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 200.71  | 168.22          | --               | --               |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 94.29   | 168.22          | --               | --               |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 55.63   | 168.22          | --               | --               |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 37.23   | 168.22          | --               | --               |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 27.00   | 168.22          | --               | --               |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 20.72   | 168.22          | --               | --               |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 16.58   | 168.22          | --               | --               |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 13.71   | 168.22          | --               | --               |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -168.39        | 11.64   | 168.22          | --               | --               |

COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 86.5613  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 81.8262  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 28.2371  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.11 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.56    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 14.6783  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.11 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 42.81    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.1398   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -2.0699  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 5.6448   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -2.8224  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 105.9655 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 204.7863 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.1869  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 157.8816 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 406.9190 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 204.7863 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 105.9655 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.28     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 230.5778 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 27.36    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 58.1421  | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 2.58 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 86.5613  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 81.8262  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 28.2371  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.11 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.56    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 19.6454  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.11 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 42.94    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 4.1398   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 2.0699   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 5.6448   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 2.8224   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 110.6609 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 216.1912 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.1869  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 155.6392 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 420.5339 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 216.1912 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 110.6609 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.27     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 242.8672 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 27.11    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 59.3922  | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 2.70 |
|--|------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.30 Y[m]= 2.72

Raggio del cerchio R[m]= 6.54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.89

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.40

Coefficiente di sicurezza C= 1.34

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1269.06 | 78.16              | 1242.04       | 1.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 2157.73 | 65.24              | 1959.40       | 0.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 2540.88 | 57.68              | 2147.31       | 0.76           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 2779.60 | 51.51              | 2175.71       | 0.65           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 2932.43 | 46.10              | 2113.04       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 3024.56 | 41.19              | 1991.68       | 0.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 3069.73 | 36.62              | 1831.02       | 0.50           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 3076.43 | 32.31              | 1644.28       | 0.48           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 3050.28 | 28.20              | 1441.24       | 0.46           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 2995.25 | 24.24              | 1229.63       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 2914.17 | 20.40              | 1015.78       | 0.43           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 2920.76 | 16.66              | 837.13        | 0.42           | 25.66  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 2975.32 | 12.98              | 668.44        | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 3035.17 | 9.36               | 493.87        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 3075.44 | 5.78               | 309.91        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 3563.56 | 2.23               | 138.36        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2311.12 | -1.32              | -53.42        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 930.94  | -4.88              | -79.19        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 842.59  | -8.45              | -123.86       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 711.86  | -12.06             | -148.74       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 637.47  | -15.72             | -172.69       | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 539.59  | -19.44             | -179.60       | 0.43           | 28.95  | 0.003 | 0.000 |
| 23       | 415.47  | -23.25             | -164.03       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 265.88  | -27.18             | -121.45       | 0.45           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 88.20   | -31.25             | -45.76        | 0.47           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 511.1651$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 197.6082$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 266.5885$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.06$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.30 Y[m]= 2.72

Raggio del cerchio R[m]= 6.54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.89

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.22

Larghezza della striscia dx[m]= 0.40

Coefficiente di sicurezza C= 1.34

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 1269.06 | 78.16              | 1242.04       | 1.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 2157.73 | 65.24              | 1959.40       | 0.97           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 2540.88 | 57.68              | 2147.31       | 0.76           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 2779.60 | 51.51              | 2175.71       | 0.65           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 2932.43 | 46.10              | 2113.04       | 0.58           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 3024.56 | 41.19              | 1991.68       | 0.54           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 3069.73 | 36.62              | 1831.02       | 0.50           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 3076.43 | 32.31              | 1644.28       | 0.48           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 3050.28 | 28.20              | 1441.24       | 0.46           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 2995.25 | 24.24              | 1229.63       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 2914.17 | 20.40              | 1015.78       | 0.43           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 2920.76 | 16.66              | 837.13        | 0.42           | 25.66  | 0.033 | 0.000 |
| 13       | 2975.32 | 12.98              | 668.44        | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 3035.17 | 9.36               | 493.87        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 3075.44 | 5.78               | 309.91        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 3563.56 | 2.23               | 138.36        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 2311.12 | -1.32              | -53.42        | 0.40           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 930.94  | -4.88              | -79.19        | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 842.59  | -8.45              | -123.86       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 711.86  | -12.06             | -148.74       | 0.41           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 21       | 637.47  | -15.72             | -172.69       | 0.42           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 22       | 539.59  | -19.44             | -179.60       | 0.43           | 28.95  | 0.003 | 0.000 |
| 23       | 415.47  | -23.25             | -164.03       | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 265.88  | -27.18             | -121.45       | 0.45           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 88.20   | -31.25             | -45.76        | 0.47           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 511.1651$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 197.6082$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 266.5885$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.06$

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 61.6157  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 56.5765  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 24.4047  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 49.26    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 56.5765   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 201.0580  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.5937   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 201.0580  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 56.5765   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.04     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 208.8666  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.72     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -7.6776   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1163.5269 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.00  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 61.90 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 72.14 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.68$   | $i_q = 0.68$   | $i_\gamma = 0.23$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.09$   | $d_q = 1.04$   | $d_\gamma = 1.04$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.19 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.79 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | -0.0019 | 0.0480  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.0248  | 0.4317  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852  | 1.1992  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 0.5911  | 2.3505  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 1.3542  | 3.8856  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 2.5863  | 5.8044  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 4.3992  | 8.1069  |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 5.5583  | 9.4021  |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045  | 10.7932 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 8.4518  | 12.2837 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 10.2199 | 13.9711 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 12.2516 | 16.0215 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 14.6009 | 18.4046 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 17.3101 | 21.0162 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1212  | 3.4664  |
| 3   | 0.14 | 0.4857  | 6.9496  |
| 4   | 0.21 | 1.0946  | 10.4494 |
| 5   | 0.28 | 1.9490  | 13.9660 |
| 6   | 0.35 | 3.0502  | 17.4993 |
| 7   | 0.42 | 4.3993  | 21.0494 |
| 8   | 0.49 | 5.9975  | 24.6161 |
| 9   | 0.56 | 7.8459  | 28.1996 |
| 10  | 0.63 | 9.9458  | 31.7998 |
| 11  | 0.70 | 12.2983 | 35.4167 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |         |
|----|------|--------|---------|
| 2  | 0.17 | 0.0091 | 0.1515  |
| 3  | 0.34 | 0.0609 | 0.4463  |
| 4  | 0.51 | 0.1553 | 0.6481  |
| 5  | 0.68 | 0.2756 | 0.7514  |
| 6  | 0.85 | 0.4052 | 0.7561  |
| 7  | 1.02 | 0.5271 | 0.6621  |
| 8  | 1.19 | 0.6247 | 0.4695  |
| 9  | 1.36 | 0.6812 | 0.1783  |
| 10 | 1.53 | 0.6797 | -0.2115 |
| 11 | 1.70 | 0.6037 | -0.6999 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 3              | 0              | -51             | -49             |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 11             | 2              | -134            | -156            |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 23             | 4              | -162            | -306            |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 41             | 8              | -113            | -524            |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 68             | 12             | 98              | -841            |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 115            | 17             | 887             | -1333           |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 183            | 22             | 2703            | -1996           |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 224            | 25             | 4038            | -2377           |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 269            | 27             | 5653            | -2789           |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 318            | 30             | 7541            | -3230           |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 370            | 33             | 9710            | -3703           |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 427            | 37             | 12216           | -4216           |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 490            | 41             | 15129           | -4779           |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 559            | 46             | 18497           | -5395           |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| $\sigma_c$      | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| $\tau_c$        | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| $\sigma_{fi}$   | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| $\sigma_{fs}$   | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | $\sigma_c$ | $\tau_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 0             | 0             |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 6          | 9        | 294           | -31           |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 22         | 19       | 1179          | -126          |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 50         | 28       | 2657          | -284          |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 89         | 37       | 4730          | -506          |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 139        | 47       | 7403          | -792          |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 201        | 56       | 10677         | -1143         |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 274        | 66       | 14556         | -1558         |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 358        | 75       | 19043         | -2039         |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 454        | 85       | 24139         | -2584         |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 561        | 95       | 29849         | -3195         |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | $\sigma_c$ | $\tau_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 0             | 0             |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 22            | -2            |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 3          | 1        | 148           | -16           |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 7          | 2        | 377           | -40           |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 13         | 2        | 669           | -72           |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 18         | 2        | 983           | -105          |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 24         | 2        | 1279          | -137          |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28         | 1        | 1516          | -162          |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31         | 0        | 1653          | -177          |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31         | -1       | 1650          | -177          |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28         | -2       | 1465          | -157          |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$    | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | $\epsilon_m$ | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|--------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.15 | 10.18           | 10.18           | 25.33           | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.45 | 10.18           | 10.18           | -30.38          | -0.02 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.75 | 10.18           | 10.18           | -35.86          | -0.19 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.90 | 10.18           | 10.18           | -38.77          | -0.35 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |        |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.05 | 10.18 | 10.18 | -41.78 | -0.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.35 | 10.18 | 10.18 | -48.12 | -1.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.65 | 10.18 | 10.18 | -54.88 | -2.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.95 | 10.18 | 10.18 | -62.08 | -4.40  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.10 | 10.18 | 10.18 | -65.84 | -5.56  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 2.25 | 10.18 | 10.18 | -69.70 | -6.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 2.40 | 10.18 | 10.18 | -73.67 | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 2.55 | 10.18 | 10.18 | -77.75 | -10.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 2.70 | 10.18 | 10.18 | -81.93 | -12.25 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 2.85 | 10.18 | 10.18 | -86.22 | -14.60 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 3.00 | 10.18 | 10.18 | -90.62 | -17.31 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.30 | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.23 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.12  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.16 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.49  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.09 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.09  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.02 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.95 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 3.05  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 4.40  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.81 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 6.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 7.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.67 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 9.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.60 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 12.30 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.60  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.17  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.34  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.51  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.68  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.53  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.85  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.41  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.02  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.28  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.19  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.36  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.06  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.53  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.70  | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 61.6157  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 56.5765  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 24.4047  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.26    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 56.5765   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 201.0580  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.5937   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 201.0580  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 56.5765   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.04     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 208.8666  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.72     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -7.6776   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1163.5269 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.00  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 61.90 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte 72.14 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.68$  | $i_q = 0.68$  | $i_\gamma = 0.23$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.09$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$  |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|  |                |                |                    |
|--|----------------|----------------|--------------------|
|  | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |
|--|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.19 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.79 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | -0.0019 | 0.0480  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.0248  | 0.4317  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852  | 1.1992  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 0.5911  | 2.3505  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 1.3542  | 3.8856  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 2.5863  | 5.8044  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 4.3992  | 8.1069  |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 5.5583  | 9.4021  |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045  | 10.7932 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 8.4518  | 12.2837 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 10.2199 | 13.9711 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 12.2516 | 16.0215 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 14.6009 | 18.4046 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 17.3101 | 21.0162 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1212  | 3.4664  |
| 3   | 0.14 | 0.4857  | 6.9496  |
| 4   | 0.21 | 1.0946  | 10.4494 |
| 5   | 0.28 | 1.9490  | 13.9660 |
| 6   | 0.35 | 3.0502  | 17.4993 |
| 7   | 0.42 | 4.3993  | 21.0494 |
| 8   | 0.49 | 5.9975  | 24.6161 |
| 9   | 0.56 | 7.8459  | 28.1996 |
| 10  | 0.63 | 9.9458  | 31.7998 |
| 11  | 0.70 | 12.2983 | 35.4167 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |         |
|----|------|--------|---------|
| 2  | 0.17 | 0.0091 | 0.1515  |
| 3  | 0.34 | 0.0609 | 0.4463  |
| 4  | 0.51 | 0.1553 | 0.6481  |
| 5  | 0.68 | 0.2756 | 0.7514  |
| 6  | 0.85 | 0.4052 | 0.7561  |
| 7  | 1.02 | 0.5271 | 0.6621  |
| 8  | 1.19 | 0.6247 | 0.4695  |
| 9  | 1.36 | 0.6812 | 0.1783  |
| 10 | 1.53 | 0.6797 | -0.2115 |
| 11 | 1.70 | 0.6037 | -0.6999 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 3              | 0              | -51             | -49             |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 11             | 2              | -134            | -156            |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 23             | 4              | -162            | -306            |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 41             | 8              | -113            | -524            |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 68             | 12             | 98              | -841            |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 115            | 17             | 887             | -1333           |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 183            | 22             | 2703            | -1996           |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 224            | 25             | 4038            | -2377           |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 269            | 27             | 5653            | -2789           |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 318            | 30             | 7541            | -3230           |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 370            | 33             | 9710            | -3703           |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 427            | 37             | 12216           | -4216           |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 490            | 41             | 15129           | -4779           |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 559            | 46             | 18497           | -5395           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 6              | 9              | 294             | -31             |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 22             | 19             | 1179            | -126            |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 50             | 28             | 2657            | -284            |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 89             | 37             | 4730            | -506            |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 139            | 47             | 7403            | -792            |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 201            | 56             | 10677           | -1143           |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 274            | 66             | 14556           | -1558           |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 358            | 75             | 19043           | -2039           |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 454            | 85             | 24139           | -2584           |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 561            | 95             | 29849           | -3195           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 22              | -2              |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 3              | 1              | 148             | -16             |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 7              | 2              | 377             | -40             |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 13             | 2              | 669             | -72             |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 18             | 2              | 983             | -105            |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 24             | 2              | 1279            | -137            |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28             | 1              | 1516            | -162            |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31             | 0              | 1653            | -177            |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31             | -1             | 1650            | -177            |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28             | -2             | 1465            | -157            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.15 | 10.18           | 10.18           | 25.33           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.45 | 10.18           | 10.18           | -30.38          | -0.02 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.75 | 10.18           | 10.18           | -35.86          | -0.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.90 | 10.18           | 10.18           | -38.77          | -0.35 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |        |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.05 | 10.18 | 10.18 | -41.78 | -0.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.35 | 10.18 | 10.18 | -48.12 | -1.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.65 | 10.18 | 10.18 | -54.88 | -2.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.95 | 10.18 | 10.18 | -62.08 | -4.40  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.10 | 10.18 | 10.18 | -65.84 | -5.56  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 2.25 | 10.18 | 10.18 | -69.70 | -6.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 2.40 | 10.18 | 10.18 | -73.67 | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 2.55 | 10.18 | 10.18 | -77.75 | -10.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 2.70 | 10.18 | 10.18 | -81.93 | -12.25 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 2.85 | 10.18 | 10.18 | -86.22 | -14.60 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 3.00 | 10.18 | 10.18 | -90.62 | -17.31 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.30 | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.23 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.12  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.16 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.49  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.09 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.09  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.02 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.95 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 3.05  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 4.40  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.81 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 6.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 7.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.67 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 9.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.60 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 12.30 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.60  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.17  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.34  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.51  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.68  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.53  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.85  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.41  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.02  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.28  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.19  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.36  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.06  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.53  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.70  | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 61.6157  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 56.5765  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 24.4047  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.70 | [m]  | Y = -2.23 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.26    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 97.1533  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.85 | [m]  | Y = -1.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 56.5765   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 201.0580  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -7.5937   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 201.0580  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 56.5765   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.04     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 3.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 208.8666  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.72     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -7.6776   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1163.5269 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 3.00  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 61.90 | [kPa] |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte 72.14 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.68$  | $i_q = 0.68$  | $i_\gamma = 0.23$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.09$  | $d_q = 1.04$  | $d_\gamma = 1.04$  |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|  |                |                |                    |
|--|----------------|----------------|--------------------|
|  | $N'_c = 20.13$ | $N'_q = 11.80$ | $N'_\gamma = 2.03$ |
|--|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.19 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.79 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.15 | 1.1530  | -0.0019 | 0.0480  |
| 3   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919  |
| 4   | 0.45 | 3.6273  | 0.0248  | 0.4317  |
| 5   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675  |
| 6   | 0.75 | 6.3258  | 0.1852  | 1.1992  |
| 7   | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269  |
| 8   | 1.05 | 9.2486  | 0.5911  | 2.3505  |
| 9   | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701  |
| 10  | 1.35 | 12.3956 | 1.3542  | 3.8856  |
| 11  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970  |
| 12  | 1.65 | 15.7668 | 2.5863  | 5.8044  |
| 13  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077  |
| 14  | 1.95 | 19.3624 | 4.3992  | 8.1069  |
| 15  | 2.10 | 21.2442 | 5.5583  | 9.4021  |
| 16  | 2.25 | 23.1822 | 6.9045  | 10.7932 |
| 17  | 2.40 | 25.1761 | 8.4518  | 12.2837 |
| 18  | 2.55 | 27.2262 | 10.2199 | 13.9711 |
| 19  | 2.70 | 29.3323 | 12.2516 | 16.0215 |
| 20  | 2.85 | 31.4945 | 14.6009 | 18.4046 |
| 21  | 3.00 | 33.7127 | 17.3101 | 21.0162 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.07 | 0.1212  | 3.4664  |
| 3   | 0.14 | 0.4857  | 6.9496  |
| 4   | 0.21 | 1.0946  | 10.4494 |
| 5   | 0.28 | 1.9490  | 13.9660 |
| 6   | 0.35 | 3.0502  | 17.4993 |
| 7   | 0.42 | 4.3993  | 21.0494 |
| 8   | 0.49 | 5.9975  | 24.6161 |
| 9   | 0.56 | 7.8459  | 28.1996 |
| 10  | 0.63 | 9.9458  | 31.7998 |
| 11  | 0.70 | 12.2983 | 35.4167 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |         |
|----|------|--------|---------|
| 2  | 0.17 | 0.0091 | 0.1515  |
| 3  | 0.34 | 0.0609 | 0.4463  |
| 4  | 0.51 | 0.1553 | 0.6481  |
| 5  | 0.68 | 0.2756 | 0.7514  |
| 6  | 0.85 | 0.4052 | 0.7561  |
| 7  | 1.02 | 0.5271 | 0.6621  |
| 8  | 1.19 | 0.6247 | 0.4695  |
| 9  | 1.36 | 0.6812 | 0.1783  |
| 10 | 1.53 | 0.6797 | -0.2115 |
| 11 | 1.70 | 0.6037 | -0.6999 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.15 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 3              | 0              | -51             | -49             |
| 3   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 4   | 0.45 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 11             | 2              | -134            | -156            |
| 5   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 6   | 0.75 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 23             | 4              | -162            | -306            |
| 7   | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 8   | 1.05 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 41             | 8              | -113            | -524            |
| 9   | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 10  | 1.35 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 68             | 12             | 98              | -841            |
| 11  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 12  | 1.65 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 115            | 17             | 887             | -1333           |
| 13  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 14  | 1.95 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 183            | 22             | 2703            | -1996           |
| 15  | 2.10 | 100, 51 | 10.18           | 10.18           | 224            | 25             | 4038            | -2377           |
| 16  | 2.25 | 100, 53 | 10.18           | 10.18           | 269            | 27             | 5653            | -2789           |
| 17  | 2.40 | 100, 54 | 10.18           | 10.18           | 318            | 30             | 7541            | -3230           |
| 18  | 2.55 | 100, 56 | 10.18           | 10.18           | 370            | 33             | 9710            | -3703           |
| 19  | 2.70 | 100, 57 | 10.18           | 10.18           | 427            | 37             | 12216           | -4216           |
| 20  | 2.85 | 100, 59 | 10.18           | 10.18           | 490            | 41             | 15129           | -4779           |
| 21  | 3.00 | 100, 60 | 10.18           | 10.18           | 559            | 46             | 18497           | -5395           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| $\sigma_c$      | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| $\tau_c$        | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| $\sigma_{fi}$   | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| $\sigma_{fs}$   | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | $\sigma_c$ | $\tau_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 0             | 0             |
| 2   | 0.07 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 6          | 9        | 294           | -31           |
| 3   | 0.14 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 22         | 19       | 1179          | -126          |
| 4   | 0.21 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 50         | 28       | 2657          | -284          |
| 5   | 0.28 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 89         | 37       | 4730          | -506          |
| 6   | 0.35 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 139        | 47       | 7403          | -792          |
| 7   | 0.42 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 201        | 56       | 10677         | -1143         |
| 8   | 0.49 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 274        | 66       | 14556         | -1558         |
| 9   | 0.56 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 358        | 75       | 19043         | -2039         |
| 10  | 0.63 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 454        | 85       | 24139         | -2584         |
| 11  | 0.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 561        | 95       | 29849         | -3195         |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | $\sigma_c$ | $\tau_c$ | $\sigma_{fi}$ | $\sigma_{fs}$ |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1   | 0.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 0             | 0             |
| 2   | 0.17 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 0          | 0        | 22            | -2            |
| 3   | 0.34 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 3          | 1        | 148           | -16           |
| 4   | 0.51 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 7          | 2        | 377           | -40           |
| 5   | 0.68 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 13         | 2        | 669           | -72           |
| 6   | 0.85 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 18         | 2        | 983           | -105          |
| 7   | 1.02 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 24         | 2        | 1279          | -137          |
| 8   | 1.19 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28         | 1        | 1516          | -162          |
| 9   | 1.36 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31         | 0        | 1653          | -177          |
| 10  | 1.53 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 31         | -1       | 1650          | -177          |
| 11  | 1.70 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 28         | -2       | 1465          | -157          |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| $\epsilon_m$    | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | $\epsilon_m$ | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|--------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.15 | 10.18           | 10.18           | 25.33           | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.45 | 10.18           | 10.18           | -30.38          | -0.02 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.75 | 10.18           | 10.18           | -35.86          | -0.19 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.90 | 10.18           | 10.18           | -38.77          | -0.35 | 0.0000       | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |        |        |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|
| 8  | 1.05 | 10.18 | 10.18 | -41.78 | -0.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1.35 | 10.18 | 10.18 | -48.12 | -1.35  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.65 | 10.18 | 10.18 | -54.88 | -2.59  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.95 | 10.18 | 10.18 | -62.08 | -4.40  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 2.10 | 10.18 | 10.18 | -65.84 | -5.56  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 2.25 | 10.18 | 10.18 | -69.70 | -6.90  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 2.40 | 10.18 | 10.18 | -73.67 | -8.45  | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 2.55 | 10.18 | 10.18 | -77.75 | -10.22 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 2.70 | 10.18 | 10.18 | -81.93 | -12.25 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 2.85 | 10.18 | 10.18 | -86.22 | -14.60 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 3.00 | 10.18 | 10.18 | -90.62 | -17.31 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.30 | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.23 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.12  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -1.16 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.49  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -1.09 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.09  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -1.02 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 1.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.95 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 3.05  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 4.40  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.81 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 6.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 7.85  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.67 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 9.95  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.60 | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 12.30 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.60  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.17  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.34  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.68  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.51  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.62  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.68  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.53  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.85  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.41  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.02  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.28  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.19  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.16  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 1.36  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.06  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.53  | 10.18           | 10.18           | 63.32           | 0.01  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.70  | 10.18           | 10.18           | -63.32          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

## 7.14 File di INPUT - muro di controripa PIH2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

|                    |  |
|--------------------|--|
| γ <sub>Gsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                  |
| γ <sub>Gfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                   |
| γ <sub>Qsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                   |
| γ <sub>Qfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                    |
| γ <sub>tang</sub>  | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                          |
| γ <sub>c'</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                  |
| γ <sub>cu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                              |
| γ <sub>qu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                       |
| γ <sub>r</sub>     | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                    | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | γ <sub>Gfav</sub>  | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ <sub>Gsfav</sub> | 1.30 | 1.00 | 1.10 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | γ <sub>Qfav</sub>  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | γ <sub>Qsfav</sub> | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                      | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$    | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                      | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$        | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$        | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$        | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$    | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

Coefficienti parziali  $\gamma_k$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

|                                    | R1   | Coefficienti parziali<br>R2 | R3   |
|------------------------------------|------|-----------------------------|------|
| Capacità portante della fondazione | 1.00 | 1.00                        | 1.40 |
| Scorrimento                        | 1.00 | 1.00                        | 1.10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00 | 1.00                        | 1.40 |
| Stabilità globale                  |      | 1.10                        |      |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 2.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.50 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 5.71 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 10.00 [m]              |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.60 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 1.10 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 2.20 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.40 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X    | Y    | A     |
|---|------|------|-------|
| 1 | 1.50 | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 4.50 | 2.00 | 33.69 |
| 3 | 6.00 | 2.00 | 0.00  |

## Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.25 | [m] |

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

| Nr.         | Indice del terreno                                    |
|-------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

## Stratigrafia

### *Simbologia adottata*

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|---|---|----|----|---------|
|-----|---|---|----|----|---------|



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|-------|
| 1 | 2.40 | 0.00 | 6.53 | 0.00 | PN/PR |
| 2 | 5.00 | 0.00 | 2.96 | 0.00 | SKF   |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.10     | 1.00   | 1.10            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|--|-------|----------|--------|-----------------|
|--|-------|----------|--------|-----------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|                         |    |      |      |      |
|-------------------------|----|------|------|------|
| Peso proprio muro       | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno          | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 2.47                    | --                      | 7.54                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 4.84                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.76                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 2.14                    | --                      | 6.95                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 2.11                    | --                      | 7.27                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 3.77                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 4.10                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.56                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.56                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 3.14                    | --                      | 8.78                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 3.14                    | --                      | 8.78                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 3.14                    | --                      | 8.78                     | --                       |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 100.1193 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 25.6616  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.09    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 103.3557 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.38    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -9.2121  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 754.7878 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 34.09 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 56.93 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.71$   | $i_q = 0.71$   | $i_\gamma = 0.27$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.47 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 7.54 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | -0.0010 | 0.0277  |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | -0.0003 | 0.1109  |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0074  | 0.2494  |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0277  | 0.4435  |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.0658  | 0.6929  |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.1273  | 0.9978  |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.2175  | 1.3581  |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.3419  | 1.7738  |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.5059  | 2.2450  |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.7148  | 2.7716  |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 0.9742  | 3.3536  |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 1.2894  | 3.9911  |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.6659  | 4.6840  |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 2.1090  | 5.4323  |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 2.6242  | 6.2361  |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 3.2169  | 7.0953  |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 3.8926  | 8.0099  |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 4.6566  | 8.9800  |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 5.5143  | 10.0055 |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 6.4710  | 11.0775 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0437 | 1.4640  |
| 3   | 0.12 | 0.1764 | 2.9654  |
| 4   | 0.18 | 0.4003 | 4.5042  |
| 5   | 0.24 | 0.7177 | 6.0803  |
| 6   | 0.30 | 1.1307 | 7.6938  |
| 7   | 0.36 | 1.6417 | 9.3447  |
| 8   | 0.42 | 2.2528 | 11.0330 |
| 9   | 0.48 | 2.9664 | 12.7586 |
| 10  | 0.54 | 3.7846 | 14.5216 |
| 11  | 0.60 | 4.7097 | 16.3220 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.11 | -0.0173 | -0.3346 |
| 3  | 0.22 | -0.0782 | -0.7949 |
| 4  | 0.33 | -0.1967 | -1.3808 |
| 5  | 0.44 | -0.3866 | -2.0923 |
| 6  | 0.55 | -0.6616 | -2.9294 |
| 7  | 0.66 | -1.0357 | -3.8922 |
| 8  | 0.77 | -1.5225 | -4.9805 |
| 9  | 0.88 | -2.1360 | -6.1945 |
| 10 | 0.99 | -2.8899 | -7.5341 |
| 11 | 1.10 | -3.7981 | -8.9993 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 4283.05        | 5.50           | 5617.42 | 123.98          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4406.74        | 0.86           | 2843.36 | 126.20          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4491.24        | -14.16         | 1901.36 | 128.38          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 4553.23        | -39.41         | 1423.18 | 130.53          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4599.12        | -74.56         | 1132.38 | 132.66          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4631.43        | -119.16        | 935.92  | 134.77          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 4652.44        | -172.69        | 793.87  | 136.85          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 4437.13        | -223.20        | 652.77  | 138.91          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 4165.04        | -271.55        | 536.79  | 140.94          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3874.45        | -316.68        | 443.00  | 142.96          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 3582.12        | -357.65        | 367.11  | 144.97          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 3302.30        | -394.48        | 305.94  | 147.89          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 3043.20        | -427.62        | 256.69  | 150.79          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 2785.11        | -453.86        | 215.20  | 153.68          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 2487.48        | -464.50        | 177.00  | 156.56          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 2184.19        | -462.59        | 143.80  | 159.44          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 1905.53        | -453.65        | 116.54  | 162.30          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 1663.65        | -441.76        | 94.87   | 165.16          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 1430.62        | -420.79        | 76.31   | 168.01          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 1250.24        | -404.85        | 62.56   | 170.85          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 2978.93 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 738.42  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 325.43  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 181.53  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 115.22  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 79.36   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 57.83   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 43.92   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 34.42   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 27.66   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 7550.72 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 1665.39 | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 662.19  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 336.98  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 196.90  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 125.79  | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 85.57   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 60.99   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 45.08   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 34.30   | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 33.4249  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 31.5965  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 10.9035  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.57 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.69    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 37.6200  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

### Risultanti

|  |          |       |
|--|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 31.5965  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 91.5735  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                  | -4.1823  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 26.3118  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 127.3242 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 91.5735  | [kN]  |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |         |       |
|---|---------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 31.5965 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.00    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20    | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 96.8713 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.04   | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -0.2815 | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 4.84 |
|--|------|

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.88

Raggio del cerchio R[m]= 4.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.53

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.41

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.76

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 401.71  | 79.78              | 395.34        | 1.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 879.43  | 65.25              | 798.63        | 0.66           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 1059.79 | 57.57              | 894.50        | 0.52           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 1171.28 | 51.32              | 914.31        | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 1242.04 | 45.84              | 891.02        | 0.40           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 1284.07 | 40.86              | 840.11        | 0.37           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 1303.89 | 36.24              | 770.82        | 0.34           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 1305.50 | 31.88              | 689.46        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 1291.57 | 27.72              | 600.69        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 1263.96 | 23.71              | 508.19        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 1237.22 | 19.82              | 419.47        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 1279.07 | 16.02              | 353.07        | 0.29           | 28.96  | 0.003 | 0.000 |
| 13       | 1378.94 | 12.30              | 293.76        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 1405.39 | 8.63               | 210.86        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 1422.49 | 4.99               | 123.81        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 1471.10 | 1.38               | 35.36         | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1771.01 | -2.23              | -69.00        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 849.24  | -5.85              | -86.59        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 458.34  | -9.49              | -75.61        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 417.99  | -13.18             | -95.28        | 0.29           | 25.60  | 0.033 | 0.000 |
| 21       | 320.95  | -16.92             | -93.39        | 0.29           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 22       | 269.86  | -20.73             | -95.52        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 23       | 207.19  | -24.64             | -86.39        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 131.89  | -28.69             | -63.31        | 0.32           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 42.52   | -32.89             | -23.09        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 234.0535$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 78.9569$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 122.2507$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.28$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 21.4978  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 19.7397  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.5149   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 49.38          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 5.9156         | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 1.10       | [m]            | Y = -1.64          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 47.01          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 41.8000        | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.55       | [m]            | Y = -1.00          | [m] |
| Inerzia del muro  | 2.4403         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 1.2201         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 2.4287         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 1.2143         | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>  |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 30.3454        | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 102.3424       | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -5.7037        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 102.3424       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 30.3454        | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.04          | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 2.20           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 106.7465       | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 16.52          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | -4.2875        | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 710.8044       | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>  |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 2.20           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 41.20          | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 51.83          | [kPa]          |                    |     |
| <b><u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u></b>  |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.67$   | $i_q = 0.67$   | $i_\gamma = 0.20$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |     |
| <b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>   |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.14           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 6.95           |                |                    |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | 0.0011 | 0.0692  |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | 0.0079 | 0.1897  |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0252 | 0.3614  |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0581 | 0.5845  |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.1116 | 0.8588  |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.1908 | 1.1843  |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.3005 | 1.5612  |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.4459 | 1.9893  |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.6318 | 2.4686  |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.8634 | 2.9993  |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 1.1455 | 3.5812  |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 1.4833 | 4.2144  |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.8817 | 4.8989  |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 2.3457 | 5.6346  |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 2.8804 | 6.4216  |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 3.4906 | 7.2599  |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 4.1815 | 8.1494  |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 4.9580 | 9.0902  |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 5.8251 | 10.0823 |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 6.7877 | 11.1177 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0563 | 1.8809  |
| 3   | 0.12 | 0.2261 | 3.7793  |
| 4   | 0.18 | 0.5102 | 5.6950  |
| 5   | 0.24 | 0.9098 | 7.6282  |
| 6   | 0.30 | 1.4259 | 9.5787  |
| 7   | 0.36 | 2.0596 | 11.5466 |
| 8   | 0.42 | 2.8119 | 13.5319 |
| 9   | 0.48 | 3.6838 | 15.5346 |
| 10  | 0.54 | 4.6764 | 17.5547 |
| 11  | 0.60 | 5.7907 | 19.5922 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.11 | 0.0221 | 0.3926 |
| 3  | 0.22 | 0.0842 | 0.7266 |
| 4  | 0.33 | 0.1798 | 1.0023 |
| 5  | 0.44 | 0.3026 | 1.2194 |
| 6  | 0.55 | 0.4460 | 1.3781 |
| 7  | 0.66 | 0.6036 | 1.4783 |
| 8  | 0.77 | 0.7691 | 1.5201 |
| 9  | 0.88 | 0.9359 | 1.5033 |
| 10 | 0.99 | 1.0976 | 1.4282 |
| 11 | 1.10 | 1.2479 | 1.2945 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 4281.07        | -6.35          | 5614.82 | 123.98          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4359.51        | -22.11         | 2812.89 | 126.20          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4420.74        | -47.14         | 1871.51 | 128.38          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 4467.25        | -81.14         | 1396.31 | 130.53          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4501.39        | -123.73        | 1108.32 | 132.66          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4493.94        | -173.25        | 908.14  | 134.77          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 4265.17        | -218.71        | 727.79  | 136.85          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 4009.80        | -263.01        | 589.91  | 138.91          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 3740.84        | -304.61        | 482.12  | 140.94          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3471.76        | -342.72        | 396.96  | 142.96          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 3214.45        | -377.38        | 329.43  | 144.97          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 2976.15        | -408.99        | 275.72  | 147.89          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 2740.13        | -434.92        | 231.13  | 150.79          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 2467.57        | -447.25        | 190.67  | 153.68          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 2184.82        | -447.81        | 155.47  | 156.56          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 1924.80        | -442.34        | 126.72  | 159.44          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 1686.97        | -431.43        | 103.18  | 162.30          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 1466.87        | -414.72        | 83.65   | 165.16          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 1290.62        | -401.01        | 68.84   | 168.01          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 1130.72        | -384.07        | 56.58   | 170.85          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 2312.31 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 576.30  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 255.35  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 143.19  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 91.36   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 63.25   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 46.33   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 35.37   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 27.86   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 22.50   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 5887.99 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 1546.94 | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 724.41  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 430.58  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 292.13  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 215.84  | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 169.40  | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 139.21  | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 118.69  | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 104.40  | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 21.4978  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 19.7397  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.5149   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.38    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 4.6937   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 46.88    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -1.2201  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.4287   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -1.2143  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

---

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 29.2235  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 96.9895  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 96.9895  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 29.2235  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.04    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 101.2964 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16.77    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -3.5072  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 705.5214 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 39.74 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 48.43 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.66$   | $i_q = 0.66$   | $i_\gamma = 0.19$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.11 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 7.27 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | 0.0011 | 0.0680  |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | 0.0075 | 0.1848  |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0241 | 0.3504  |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0555 | 0.5648  |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.1065 | 0.8281  |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.1819 | 1.1401  |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.2865 | 1.5010  |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.4249 | 1.9107  |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.6020 | 2.3692  |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.8225 | 2.8766  |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 1.0911 | 3.4327  |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 1.4126 | 4.0377  |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.7919 | 4.6915  |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 2.2335 | 5.3941  |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 2.7423 | 6.1455  |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 3.3231 | 6.9457  |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 3.9805 | 7.7947  |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 4.7195 | 8.6926  |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 5.5446 | 9.6393  |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 6.4604 | 10.6272 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0537 | 1.7914  |
| 3   | 0.12 | 0.2153 | 3.5971  |
| 4   | 0.18 | 0.4856 | 5.4169  |
| 5   | 0.24 | 0.8656 | 7.2510  |
| 6   | 0.30 | 1.3560 | 9.0994  |
| 7   | 0.36 | 1.9578 | 10.9619 |
| 8   | 0.42 | 2.6717 | 12.8387 |
| 9   | 0.48 | 3.4987 | 14.7297 |
| 10  | 0.54 | 4.4396 | 16.6350 |
| 11  | 0.60 | 5.4952 | 18.5544 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.11 | 0.0017  | 0.0238  |
| 3  | 0.22 | 0.0035  | -0.0002 |
| 4  | 0.33 | 0.0000  | -0.0720 |
| 5  | 0.44 | -0.0141 | -0.1917 |
| 6  | 0.55 | -0.0440 | -0.3592 |
| 7  | 0.66 | -0.0949 | -0.5745 |
| 8  | 0.77 | -0.1721 | -0.8376 |
| 9  | 0.88 | -0.2809 | -1.1486 |
| 10 | 0.99 | -0.4266 | -1.5074 |
| 11 | 1.10 | -0.6143 | -1.9140 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 121.74          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 4281.60        | -6.12          | 5615.51 | 123.98          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 4361.53        | -21.20         | 2814.19 | 126.20          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 4425.07        | -45.11         | 1873.34 | 128.38          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 4474.52        | -77.61         | 1398.58 | 130.53          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 4512.10        | -118.35        | 1110.95 | 132.66          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 4539.76        | -166.91        | 917.40  | 134.77          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 4334.81        | -211.90        | 739.67  | 136.85          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 4094.67        | -255.96        | 602.39  | 138.91          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 3838.69        | -297.82        | 494.73  | 140.94          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3578.32        | -336.51        | 409.14  | 142.96          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 3324.75        | -371.78        | 340.74  | 144.97          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 3087.30        | -404.04        | 286.02  | 147.89          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 2860.24        | -432.30        | 241.26  | 150.79          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 2626.72        | -453.32        | 202.96  | 153.68          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 2353.13        | -459.19        | 167.44  | 156.56          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 2081.56        | -455.40        | 137.04  | 159.44          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 1833.23        | -446.30        | 112.12  | 162.30          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 1619.65        | -435.88        | 92.36   | 165.16          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 1415.67        | -418.68        | 75.51   | 168.01          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 1254.65        | -405.62        | 62.78   | 170.85          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 2427.35 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 605.23  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 268.28  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 150.51  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 96.08   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 66.54   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 48.76   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 37.24   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 29.34   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 23.71   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS       | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00  | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 74516.12 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 37370.87 | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 9230.92  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 2962.76  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 1373.02  | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 756.94   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 463.77   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 305.42   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 212.08   | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 30.3863  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 28.7241  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.9123   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.57 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.69    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 5.6519   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.57 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 42.94    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -1.2201  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.4287   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -1.2143  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Risultanti

|   |          |       |  |  |
|---|----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 39.2408  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 98.3715  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.6470  | [kN]  |  |  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 37.2090  | [kNm] |  |  |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 140.3082 | [kNm] |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 98.3715  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 39.2408  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.05     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 105.9093 | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.75    | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 5.1094   | [kNm] |  |  |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.77 |
|--|------|

**COMBINAZIONE n° 7**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 30.3863  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 28.7241  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.9123   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.57 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 45.69    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 7.3845   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.57 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 43.06    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 1.2201   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.4287   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 1.2143   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |          |       |  |  |
|---|----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 40.8786  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 103.8057 | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.6470  | [kN]  |  |  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 35.3457  | [kNm] |  |  |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 144.7789 | [kNm] |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 103.8057 | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 40.8786  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.05     | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 111.5647 | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.49    | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 4.7531   | [kNm] |  |  |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 4.10 |
|--|------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.88

Raggio del cerchio R[m]= 4.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.53

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.41

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 401.71  | 79.78              | 395.34        | 1.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 879.43  | 65.25              | 798.63        | 0.66           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 1059.79 | 57.57              | 894.50        | 0.52           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 1171.28 | 51.32              | 914.31        | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 1242.04 | 45.84              | 891.02        | 0.40           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 1284.07 | 40.86              | 840.11        | 0.37           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 1303.89 | 36.24              | 770.82        | 0.34           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 1305.50 | 31.88              | 689.46        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 1291.57 | 27.72              | 600.69        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 1263.96 | 23.71              | 508.19        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 1237.22 | 19.82              | 419.47        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 1279.07 | 16.02              | 353.07        | 0.29           | 28.96  | 0.003 | 0.000 |
| 13       | 1378.94 | 12.30              | 293.76        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 1405.39 | 8.63               | 210.86        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 1422.49 | 4.99               | 123.81        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 1471.10 | 1.38               | 35.36         | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1771.01 | -2.23              | -69.00        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 849.24  | -5.85              | -86.59        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 458.34  | -9.49              | -75.61        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 417.99  | -13.18             | -95.28        | 0.29           | 25.60  | 0.033 | 0.000 |
| 21       | 320.95  | -16.92             | -93.39        | 0.29           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 22       | 269.86  | -20.73             | -95.52        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 23       | 207.19  | -24.64             | -86.39        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 131.89  | -28.69             | -63.31        | 0.32           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 42.52   | -32.89             | -23.09        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 234.0535$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 78.9569$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 122.2507$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.28$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.88

Raggio del cerchio R[m]= 4.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.53

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.41

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c     | u     |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1        | 401.71  | 79.78              | 395.34        | 1.57           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 2        | 879.43  | 65.25              | 798.63        | 0.66           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 3        | 1059.79 | 57.57              | 894.50        | 0.52           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 4        | 1171.28 | 51.32              | 914.31        | 0.44           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 5        | 1242.04 | 45.84              | 891.02        | 0.40           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 6        | 1284.07 | 40.86              | 840.11        | 0.37           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 7        | 1303.89 | 36.24              | 770.82        | 0.34           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 8        | 1305.50 | 31.88              | 689.46        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 9        | 1291.57 | 27.72              | 600.69        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 10       | 1263.96 | 23.71              | 508.19        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 11       | 1237.22 | 19.82              | 419.47        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 12       | 1279.07 | 16.02              | 353.07        | 0.29           | 28.96  | 0.003 | 0.000 |
| 13       | 1378.94 | 12.30              | 293.76        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 14       | 1405.39 | 8.63               | 210.86        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 15       | 1422.49 | 4.99               | 123.81        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 16       | 1471.10 | 1.38               | 35.36         | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 17       | 1771.01 | -2.23              | -69.00        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 18       | 849.24  | -5.85              | -86.59        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 19       | 458.34  | -9.49              | -75.61        | 0.28           | 24.79  | 0.041 | 0.000 |
| 20       | 417.99  | -13.18             | -95.28        | 0.29           | 25.60  | 0.033 | 0.000 |
| 21       | 320.95  | -16.92             | -93.39        | 0.29           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 22       | 269.86  | -20.73             | -95.52        | 0.30           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 23       | 207.19  | -24.64             | -86.39        | 0.31           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 24       | 131.89  | -28.69             | -63.31        | 0.32           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |
| 25       | 42.52   | -32.89             | -23.09        | 0.33           | 29.26  | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 234.0535$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 78.9569$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 122.2507$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.28$

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 21.4978  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 19.7397  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.5149   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 49.38    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 19.7397  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 97.5649  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 97.5649  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 19.7397  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.11    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 99.5417  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.44    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -10.8917 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 856.8098 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 30.85 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 57.85 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.76$   | $i_q = 0.76$   | $i_\gamma = 0.38$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.14 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.78 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T      |
|-----|------|---------|---------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | -0.0012 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392  | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.1444  | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 0.6904  | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.1975  | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 2.8451  | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 4.0520  | 7.6965 |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 4.7654  | 8.5212 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0380 | 1.2728  |
| 3   | 0.12 | 0.1536 | 2.5898  |
| 4   | 0.18 | 0.3496 | 3.9511  |
| 5   | 0.24 | 0.6286 | 5.3565  |
| 6   | 0.30 | 0.9933 | 6.8060  |
| 7   | 0.36 | 1.4462 | 8.2998  |
| 8   | 0.42 | 1.9901 | 9.8378  |
| 9   | 0.48 | 2.6277 | 11.4199 |
| 10  | 0.54 | 3.3614 | 13.0463 |
| 11  | 0.60 | 4.1941 | 14.7168 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.11 | 0.0569 | 1.0092 |
| 3  | 0.22 | 0.2166 | 1.8699 |
| 4  | 0.33 | 0.4628 | 2.5821 |
| 5  | 0.44 | 0.7792 | 3.1457 |
| 6  | 0.55 | 1.1494 | 3.5608 |
| 7  | 0.66 | 1.5571 | 3.8274 |
| 8  | 0.77 | 1.9860 | 3.9455 |
| 9  | 0.88 | 2.4197 | 3.9150 |
| 10 | 0.99 | 2.8419 | 3.7361 |
| 11 | 1.10 | 3.2362 | 3.4086 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -34             | -33             |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -67             | -65             |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 9              | 1              | -123            | -136            |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 12             | 2              | -143            | -177            |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 20             | 4              | -162            | -277            |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 25             | 5              | -159            | -338            |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 37             | 7              | -127            | -482            |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 44             | 9              | -97             | -567            |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 62             | 11             | 37              | -778            |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 74             | 13             | 175             | -910            |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 105            | 16             | 693             | -1238           |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 125            | 18             | 1111            | -1433           |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 170            | 21             | 2321            | -1875           |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 196            | 23             | 3116            | -2119           |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3              | 4              | 121             | -11             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 9              | 489             | -46             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 14             | 1112            | -105            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 44             | 19             | 1999            | -188            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 69             | 24             | 3159            | -298            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 101            | 29             | 4599            | -434            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 139            | 34             | 6329            | -597            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 183            | 40             | 8356            | -788            |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 234            | 45             | 10689           | -1008           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 292            | 51             | 13337           | -1257           |

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 3              | 181             | -17             |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 6              | 689             | -65             |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 32             | 9              | 1472            | -139            |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 54             | 11             | 2478            | -234            |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 80             | 12             | 3655            | -345            |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 109            | 13             | 4952            | -467            |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 138            | 14             | 6315            | -595            |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 169            | 14             | 7695            | -725            |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 198            | 13             | 9037            | -852            |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 226            | 12             | 10291           | -970            |

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | 24.53           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | 26.14           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -29.51          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -31.27          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -34.92 | -0.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -36.82 | -0.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -38.77 | -0.35 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.50 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -42.80 | -0.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -47.03 | -1.20 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -49.21 | -1.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -53.73 | -2.34 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -56.05 | -2.85 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -60.85 | -4.05 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -63.32 | -4.77 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.04 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.92 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.35 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.86 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.80 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.45 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.68 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.62 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.56 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.36 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.50 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.24 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.11  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.84 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.22  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.42 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.33  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.44  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.56 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.55  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.66  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.78 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.77  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.88  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 0.99  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.10  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 21.4978  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 19.7397  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.5149   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.38    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 19.7397  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 97.5649  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 97.5649  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 19.7397  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.11    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 99.5417  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.44    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -10.8917 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 856.8098 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 30.85 | [kPa] |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte 57.85 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.76$  | $i_q = 0.76$  | $i_\gamma = 0.38$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.10$  | $d_q = 1.05$  | $d_\gamma = 1.05$  |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|  |                |                |                    |
|--|----------------|----------------|--------------------|
|  | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |
|--|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.14 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.78 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T      |
|-----|------|---------|---------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | -0.0012 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392  | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.1444  | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 0.6904  | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.1975  | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 2.8451  | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 4.0520  | 7.6965 |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 4.7654  | 8.5212 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0380 | 1.2728  |
| 3   | 0.12 | 0.1536 | 2.5898  |
| 4   | 0.18 | 0.3496 | 3.9511  |
| 5   | 0.24 | 0.6286 | 5.3565  |
| 6   | 0.30 | 0.9933 | 6.8060  |
| 7   | 0.36 | 1.4462 | 8.2998  |
| 8   | 0.42 | 1.9901 | 9.8378  |
| 9   | 0.48 | 2.6277 | 11.4199 |
| 10  | 0.54 | 3.3614 | 13.0463 |
| 11  | 0.60 | 4.1941 | 14.7168 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.11 | 0.0569 | 1.0092 |
| 3  | 0.22 | 0.2166 | 1.8699 |
| 4  | 0.33 | 0.4628 | 2.5821 |
| 5  | 0.44 | 0.7792 | 3.1457 |
| 6  | 0.55 | 1.1494 | 3.5608 |
| 7  | 0.66 | 1.5571 | 3.8274 |
| 8  | 0.77 | 1.9860 | 3.9455 |
| 9  | 0.88 | 2.4197 | 3.9150 |
| 10 | 0.99 | 2.8419 | 3.7361 |
| 11 | 1.10 | 3.2362 | 3.4086 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -34             | -33             |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -67             | -65             |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 9              | 1              | -123            | -136            |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 12             | 2              | -143            | -177            |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 20             | 4              | -162            | -277            |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 25             | 5              | -159            | -338            |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 37             | 7              | -127            | -482            |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 44             | 9              | -97             | -567            |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 62             | 11             | 37              | -778            |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 74             | 13             | 175             | -910            |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 105            | 16             | 693             | -1238           |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 125            | 18             | 1111            | -1433           |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 170            | 21             | 2321            | -1875           |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 196            | 23             | 3116            | -2119           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3              | 4              | 121             | -11             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 9              | 489             | -46             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 14             | 1112            | -105            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 44             | 19             | 1999            | -188            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 69             | 24             | 3159            | -298            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 101            | 29             | 4599            | -434            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 139            | 34             | 6329            | -597            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 183            | 40             | 8356            | -788            |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 234            | 45             | 10689           | -1008           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 292            | 51             | 13337           | -1257           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 3              | 181             | -17             |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 6              | 689             | -65             |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 32             | 9              | 1472            | -139            |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 54             | 11             | 2478            | -234            |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 80             | 12             | 3655            | -345            |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 109            | 13             | 4952            | -467            |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 138            | 14             | 6315            | -595            |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 169            | 14             | 7695            | -725            |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 198            | 13             | 9037            | -852            |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 226            | 12             | 10291           | -970            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | 24.53           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | 26.14           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -29.51          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -31.27          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -34.92 | -0.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -36.82 | -0.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -38.77 | -0.35 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.50 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -42.80 | -0.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -47.03 | -1.20 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -49.21 | -1.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -53.73 | -2.34 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -56.05 | -2.85 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -60.85 | -4.05 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -63.32 | -4.77 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.04 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.92 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.35 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.86 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.80 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.45 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.68 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.62 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.56 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.36 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.50 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.24 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.11  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.84 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.22  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.42 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.33  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.44  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.56 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.55  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.66  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.78 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.77  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.88  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 0.99  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.10  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 21.4978  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 19.7397  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.5149   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.10 | [m]  | Y = -1.64 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 49.38    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.8000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.55 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 19.7397  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 97.5649  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 97.5649  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 19.7397  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.11    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 99.5417  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.44    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -10.8917 | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 856.8098 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 30.85 | [kPa] |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Tensione terreno allo spigolo di monte 57.85 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.76$  | $i_q = 0.76$  | $i_\gamma = 0.38$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.10$  | $d_q = 1.05$  | $d_\gamma = 1.05$  |

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

|  |                |                |                    |
|--|----------------|----------------|--------------------|
|  | $N'_c = 23.46$ | $N'_q = 13.66$ | $N'_\gamma = 4.47$ |
|--|----------------|----------------|--------------------|

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.14 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.78 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T      |
|-----|------|---------|---------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 0.7625  | -0.0012 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 1.5498  | -0.0020 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 2.3621  | 0.0017  | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 3.1993  | 0.0140  | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 4.0615  | 0.0392  | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 4.9485  | 0.0813  | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 5.8605  | 0.1444  | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 6.7973  | 0.2328  | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 7.7591  | 0.3505  | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 8.7459  | 0.5016  | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 9.7575  | 0.6904  | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 10.7940 | 0.9210  | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 11.8555 | 1.1975  | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 12.9419 | 1.5240  | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 14.0532 | 1.9047  | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 15.1894 | 2.3437  | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 16.3505 | 2.8451  | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 17.5366 | 3.4132  | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 18.7475 | 4.0520  | 7.6965 |
| 21  | 2.00 | 19.9834 | 4.7654  | 8.5212 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0380 | 1.2728  |
| 3   | 0.12 | 0.1536 | 2.5898  |
| 4   | 0.18 | 0.3496 | 3.9511  |
| 5   | 0.24 | 0.6286 | 5.3565  |
| 6   | 0.30 | 0.9933 | 6.8060  |
| 7   | 0.36 | 1.4462 | 8.2998  |
| 8   | 0.42 | 1.9901 | 9.8378  |
| 9   | 0.48 | 2.6277 | 11.4199 |
| 10  | 0.54 | 3.3614 | 13.0463 |
| 11  | 0.60 | 4.1941 | 14.7168 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.11 | 0.0569 | 1.0092 |
| 3  | 0.22 | 0.2166 | 1.8699 |
| 4  | 0.33 | 0.4628 | 2.5821 |
| 5  | 0.44 | 0.7792 | 3.1457 |
| 6  | 0.55 | 1.1494 | 3.5608 |
| 7  | 0.66 | 1.5571 | 3.8274 |
| 8  | 0.77 | 1.9860 | 3.9455 |
| 9  | 0.88 | 2.4197 | 3.9150 |
| 10 | 0.99 | 2.8419 | 3.7361 |
| 11 | 1.10 | 3.2362 | 3.4086 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]        |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]    |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]    |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 30 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 31 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -34             | -33             |
| 3   | 0.20 | 100, 32 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -67             | -65             |
| 4   | 0.30 | 100, 33 | 10.18           | 10.18           | 7              | 1              | -97             | -99             |
| 5   | 0.40 | 100, 34 | 10.18           | 10.18           | 9              | 1              | -123            | -136            |
| 6   | 0.50 | 100, 35 | 10.18           | 10.18           | 12             | 2              | -143            | -177            |
| 7   | 0.60 | 100, 36 | 10.18           | 10.18           | 16             | 3              | -156            | -224            |
| 8   | 0.70 | 100, 37 | 10.18           | 10.18           | 20             | 4              | -162            | -277            |
| 9   | 0.80 | 100, 38 | 10.18           | 10.18           | 25             | 5              | -159            | -338            |
| 10  | 0.90 | 100, 39 | 10.18           | 10.18           | 31             | 6              | -148            | -406            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 37             | 7              | -127            | -482            |
| 12  | 1.10 | 100, 41 | 10.18           | 10.18           | 44             | 9              | -97             | -567            |
| 13  | 1.20 | 100, 42 | 10.18           | 10.18           | 52             | 10             | -48             | -664            |
| 14  | 1.30 | 100, 43 | 10.18           | 10.18           | 62             | 11             | 37              | -778            |
| 15  | 1.40 | 100, 44 | 10.18           | 10.18           | 74             | 13             | 175             | -910            |
| 16  | 1.50 | 100, 45 | 10.18           | 10.18           | 88             | 14             | 386             | -1064           |
| 17  | 1.60 | 100, 46 | 10.18           | 10.18           | 105            | 16             | 693             | -1238           |
| 18  | 1.70 | 100, 47 | 10.18           | 10.18           | 125            | 18             | 1111            | -1433           |
| 19  | 1.80 | 100, 48 | 10.18           | 10.18           | 146            | 19             | 1652            | -1646           |
| 20  | 1.90 | 100, 49 | 10.18           | 10.18           | 170            | 21             | 2321            | -1875           |
| 21  | 2.00 | 100, 50 | 10.18           | 10.18           | 196            | 23             | 3116            | -2119           |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3              | 4              | 121             | -11             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 9              | 489             | -46             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 14             | 1112            | -105            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 44             | 19             | 1999            | -188            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 69             | 24             | 3159            | -298            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 101            | 29             | 4599            | -434            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 139            | 34             | 6329            | -597            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 183            | 40             | 8356            | -788            |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 234            | 45             | 10689           | -1008           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 292            | 51             | 13337           | -1257           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.11 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 3              | 181             | -17             |
| 3   | 0.22 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 6              | 689             | -65             |
| 4   | 0.33 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 32             | 9              | 1472            | -139            |
| 5   | 0.44 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 54             | 11             | 2478            | -234            |
| 6   | 0.55 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 80             | 12             | 3655            | -345            |
| 7   | 0.66 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 109            | 13             | 4952            | -467            |
| 8   | 0.77 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 138            | 14             | 6315            | -595            |
| 9   | 0.88 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 169            | 14             | 7695            | -725            |
| 10  | 0.99 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 198            | 13             | 9037            | -852            |
| 11  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 226            | 12             | 10291           | -970            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pf</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| S <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -22.97          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | 24.53           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | 26.14           | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -27.80          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -29.51          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -31.27          | -0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.60 | 10.18           | 10.18           | -33.07          | -0.08 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -34.92 | -0.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -36.82 | -0.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -38.77 | -0.35 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.50 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -42.80 | -0.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -44.89 | -0.92 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -47.03 | -1.20 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -49.21 | -1.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -51.45 | -1.90 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -53.73 | -2.34 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -56.05 | -2.85 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -58.43 | -3.41 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -60.85 | -4.05 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -63.32 | -4.77 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -1.04 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.04 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.98 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.92 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.35 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.86 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.80 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.74 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.45 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.68 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.62 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.63 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.56 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.36 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.50 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.19 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.24 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.11  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.84 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.22  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.42 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.33  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.99 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.44  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.56 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.55  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.15 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.66  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.78 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.77  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.88  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 0.99  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.06 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.10  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

|            |   |
|------------|---|
| Titolo     | MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno  |
| Versione   | 10.10                                     |
| Produttore | Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) |
| Utente     | VIA Ingegneria S.r.l.                     |
| Licenza    | AIS098628                                 |

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

\_\_\_\_\_

Il progettista  
( )

\_\_\_\_\_



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

## 7.15 File di INPUT - muro di sostegno tipo PVH2

### N.T.C. 2008 - Approccio 2

#### Simbologia adottata

|                    |   |
|--------------------|---|
| $\gamma_{Gsfav}$   | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                 |
| $\gamma_{Gfav}$    | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                  |
| $\gamma_{Qsfav}$   | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                  |
| $\gamma_{Qfav}$    | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                   |
| $\gamma_{tan\phi}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                         |
| $\gamma_c$         | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                 |
| $\gamma_{cu}$      | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                             |
| $\gamma_{qu}$      | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                      |
| $\gamma_r$         | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.30 | 1.00 | 1.10 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                    | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{tan\phi}$ | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$         | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$      | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$      | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$         | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                            |                    | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{tan\phi}$ | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$         | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$      | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$      | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$         | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_k$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

###### Verifica

|                                    | R1   | R2   | R3   |
|------------------------------------|------|------|------|
| Capacità portante della fondazione | 1.00 | 1.00 | 1.40 |
| Scorrimento                        | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00 | 1.00 | 1.40 |
| Stabilità globale                  |      | 1.10 |      |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 2.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.40 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.40 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 0.00 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 10.00 [m]              |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.60 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 1.20 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 2.20 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.40 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X    | Y    | A     |
|---|------|------|-------|
| 1 | 1.20 | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 3.80 | 1.75 | 33.94 |
| 3 | 7.00 | 1.75 | 0.00  |

Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.25 | [m] |

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|---|---|----|----|---------|
|-----|---|---|----|----|---------|





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|-------|
| 1 | 2.40 | 0.00 | 6.53 | 0.00 | PN/PR |
| 2 | 5.00 | 0.00 | 2.96 | 0.00 | SKF   |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.10     | 1.00   | 1.10            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|--|-------|----------|--------|-----------------|
|--|-------|----------|--------|-----------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|  |            |                            |                          |                                   |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro                      | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno                | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno                         | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| <u>Combinazione n° 12 - Rara (SLE)</u> |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro                      | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno                | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno                         | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 2.25                    | --                      | 6.96                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 4.16                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.69                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 2.02                    | --                      | 6.30                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 2.00                    | --                      | 6.54                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 3.41                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 3.67                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.52                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.52                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 2.85                    | --                      | 8.21                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 2.85                    | --                      | 8.21                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 2.85                    | --                      | 8.21                     | --                       |



## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

### Sisma

#### Identificazione del sito

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Latitudine  | 41.994600           |
| Longitudine | 12.723300           |
| Comune      | Guidonia Montecelio |
| Provincia   | Roma                |
| Regione     | Lazio               |

|                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Punti di interpolazione del reticolo | 28072 - 27850 - 27849 - 28071 |
|--------------------------------------|-------------------------------|

#### Tipo di opera

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria                                  |
| Vita nominale       | 50 anni  |
| Classe d'uso        | III - Affollamenti significativi e industrie non |
| pericolose          |  |
| Vita di riferimento | 75 anni  |

#### Combinazioni SLU

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.63 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.45                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.24                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.81$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 2.91$           |

#### Combinazioni SLE

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.00 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.20                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 0.00$           |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Forma diagramma incremento sismico | Stessa forma diagramma statico |
|------------------------------------|--------------------------------|

|  |                 |
|--|-----------------|
| Partecipazione spinta passiva (percento) | 50.0            |
| Lunghezza del muro                       | 10.00 [m]       |
| Peso muro                                | 42.0000 [kN]    |
| Baricentro del muro                      | X=-0.04 Y=-1.63 |

#### Superficie di spinta

|  |                    |
|--|--------------------|
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 1.20 Y = -2.40 |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 1.20 Y = 0.00  |
| Altezza della superficie di spinta                         | 2.40 [m]           |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00 [°]           |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 32.3244  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 29.6808  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 12.8030  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.19    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 29.6808  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 105.6530 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 105.6530 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 29.6808  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.02    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 109.7429 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15.69    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2.4674  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 735.7870 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 44.97 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 51.08 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.68$   | $i_q = 0.68$   | $i_\gamma = 0.23$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.65$ | $N'_q = 13.19$ | $N'_\gamma = 3.75$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.25 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 6.96 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0009 | 0.0277  |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0074 | 0.1109  |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0249 | 0.2494  |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.0591 | 0.4435  |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.1155 | 0.6929  |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.1996 | 0.9978  |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.3169 | 1.3581  |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.4730 | 1.7738  |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.6735 | 2.2450  |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 0.9239 | 2.7716  |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 1.2297 | 3.3536  |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 1.5964 | 3.9911  |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 2.0297 | 4.6840  |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 2.5351 | 5.4323  |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 3.1180 | 6.2361  |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 3.7842 | 7.0953  |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 4.5389 | 8.0099  |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 5.3880 | 8.9800  |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 6.3368 | 10.0057 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 7.3908 | 11.0790 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0630 | 2.1029  |
| 3   | 0.12 | 0.2526 | 4.2159  |
| 4   | 0.18 | 0.5691 | 6.3388  |
| 5   | 0.24 | 1.0134 | 8.4718  |
| 6   | 0.30 | 1.5860 | 10.6147 |
| 7   | 0.36 | 2.2874 | 12.7677 |
| 8   | 0.42 | 3.1183 | 14.9307 |
| 9   | 0.48 | 4.0793 | 17.1037 |
| 10  | 0.54 | 5.1709 | 19.2867 |
| 11  | 0.60 | 6.3939 | 21.4797 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |          |
|----|------|---------|----------|
| 2  | 0.12 | -0.0607 | -1.0181  |
| 3  | 0.24 | -0.2459 | -2.0762  |
| 4  | 0.36 | -0.5606 | -3.1744  |
| 5  | 0.48 | -1.0094 | -4.3126  |
| 6  | 0.60 | -1.5972 | -5.4908  |
| 7  | 0.72 | -2.3288 | -6.7091  |
| 8  | 0.84 | -3.2090 | -7.9674  |
| 9  | 0.96 | -4.2426 | -9.2658  |
| 10 | 1.08 | -5.4344 | -10.6042 |
| 11 | 1.20 | -6.7892 | -11.9827 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                  |  |
|------------------|--|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VR <sub>cd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VR <sub>sd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VR <sub>d</sub>  | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5303.41        | -4.90          | 5303.41 | 141.97          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5278.72        | -19.51         | 2639.36 | 142.10          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5238.08        | -43.55         | 1746.03 | 142.23          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5182.22        | -76.60         | 1295.55 | 142.36          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5112.13        | -118.07        | 1022.43 | 142.48          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5029.00        | -167.26        | 838.17  | 142.61          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4865.94        | -220.28        | 695.13  | 142.74          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4470.14        | -264.31        | 558.77  | 142.87          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4046.78        | -302.83        | 449.64  | 142.99          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3615.46        | -334.02        | 361.55  | 143.12          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3197.62        | -357.45        | 290.69  | 143.25          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2810.14        | -373.85        | 234.18  | 143.38          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2450.40        | -382.59        | 188.49  | 143.50          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2021.51        | -366.05        | 144.39  | 143.63          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1634.59        | -339.78        | 108.97  | 143.76          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1302.92        | -308.15        | 81.43   | 143.89          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1041.80        | -278.16        | 61.28   | 144.01          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 842.93         | -252.32        | 46.83   | 144.14          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 700.74         | -233.71        | 36.88   | 144.27          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 587.01         | -216.92        | 29.35   | 144.40          | --               | --               |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 2066.68 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 515.85  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 228.90  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 128.56  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 82.15   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 56.96   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 41.78   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 31.94   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 25.19   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 20.38   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 2146.83 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 529.72  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 232.40  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 129.07  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 81.57   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 55.94   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 40.60   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 30.71   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 23.97   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 19.19   | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 36.5847  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 34.5834  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 11.9343  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.49 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.50    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 41.0400  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

### Risultanti

|  |          |       |
|--|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 34.5834  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 96.0243  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                  | -4.1823  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle     | 31.4881  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle  | 130.9344 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    | 96.0243  | [kN]  |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 34.5834  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.06     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 102.0621 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19.81    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 6.1804   | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 4.16 |
|--|------|

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.95

Raggio del cerchio R[m]= 4.51

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.60

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.51

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.69

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 3.7255  | 78.35              | 3.6487        | 0.0138         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 9.1157  | 65.23              | 8.2769        | 0.0067         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 11.8567 | 57.54              | 10.0048       | 0.0052         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 13.1158 | 51.29              | 10.2341       | 0.0045         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 13.8302 | 45.80              | 9.9158        | 0.0040         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 14.2498 | 40.82              | 9.3158        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 14.4416 | 36.20              | 8.5288        | 0.0035         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 14.4466 | 31.83              | 7.6195        | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 14.2920 | 27.66              | 6.6358        | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 13.9971 | 23.65              | 5.6154        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 13.5754 | 19.76              | 4.5895        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 13.3501 | 15.96              | 3.6710        | 0.0029         | 27.77  | 1 | 0 |
| 13       | 13.9487 | 12.23              | 2.9555        | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 14       | 14.2183 | 8.56               | 2.1155        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 14.3919 | 4.92               | 1.2333        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 14.9600 | 1.30               | 0.3382        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 17.9057 | -2.32              | -0.7249       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 8.3293  | -5.94              | -0.8627       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 4.7070  | -9.59              | -0.7845       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.9732  | -13.28             | -0.9129       | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 21       | 3.3094  | -17.03             | -0.9692       | 0.0029         | 28.94  | 0 | 0 |
| 22       | 2.7816  | -20.85             | -0.9901       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 2.1344  | -24.78             | -0.8945       | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.3570  | -28.83             | -0.6543       | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.4344  | -33.05             | -0.2369       | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 252.4471$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87.6687$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 131.8551$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.87$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 24.8649  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.8313  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.8485   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 52.19          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 5.7270         | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 1.20       | [m]            | Y = -1.54          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 49.69          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 45.6000        | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.60       | [m]            | Y = -1.00          | [m] |
| Inerzia del muro  | 2.4403         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 1.2201         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 2.6495         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 1.3247         | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>  |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 33.4848        | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 107.5117       | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -5.7037        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 107.5117       | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 33.4848        | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.02           | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 2.20           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 112.6055       | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 17.30          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 2.4528         | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 677.5855       | [kN]           |                    |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>  |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 2.20           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 51.91          | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 45.83          | [kPa]          |                    |     |
| <b><u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u></b>  |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.65$   | $i_q = 0.65$   | $i_\gamma = 0.18$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 21.68$ | $N'_q = 12.62$ | $N'_\gamma = 2.95$ |     |
| <b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>   |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.02           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 6.30           |                |                    |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0039 | 0.0868  |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0193 | 0.2311  |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0520 | 0.4329  |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.1078 | 0.6922  |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.1924 | 1.0089  |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.3115 | 1.3831  |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.4709 | 1.8147  |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.6763 | 2.3039  |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.9336 | 2.8505  |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 1.2484 | 3.4545  |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 1.6264 | 4.1161  |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 2.0735 | 4.8351  |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 2.5953 | 5.6116  |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 3.1977 | 6.4455  |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 3.8864 | 7.3370  |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 4.6670 | 8.2859  |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 5.5455 | 9.2922  |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 6.5274 | 10.3561 |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 7.6186 | 11.4776 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 8.8246 | 12.6485 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0753 | 2.5096  |
| 3   | 0.12 | 0.3010 | 5.0092  |
| 4   | 0.18 | 0.6762 | 7.4989  |
| 5   | 0.24 | 1.2006 | 9.9787  |
| 6   | 0.30 | 1.8735 | 12.4485 |
| 7   | 0.36 | 2.6942 | 14.9083 |
| 8   | 0.42 | 3.6623 | 17.3582 |
| 9   | 0.48 | 4.7770 | 19.7982 |
| 10  | 0.54 | 6.0379 | 22.2281 |
| 11  | 0.60 | 7.4442 | 24.6482 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.12 | -0.0148 | -0.2407 |
| 3  | 0.24 | -0.0562 | -0.4416 |
| 4  | 0.36 | -0.1192 | -0.6027 |
| 5  | 0.48 | -0.1992 | -0.7240 |
| 6  | 0.60 | -0.2914 | -0.8054 |
| 7  | 0.72 | -0.3909 | -0.8471 |
| 8  | 0.84 | -0.4931 | -0.8490 |
| 9  | 0.96 | -0.5931 | -0.8110 |
| 10 | 1.08 | -0.6862 | -0.7333 |
| 11 | 1.20 | -0.7675 | -0.6158 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5277.23        | -20.39         | 5277.23 | 141.97          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5226.52        | -50.39         | 2613.26 | 142.10          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5160.49        | -89.46         | 1720.16 | 142.23          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5080.32        | -136.89        | 1270.08 | 142.36          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4987.40        | -191.87        | 997.48  | 142.48          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4675.02        | -242.69        | 779.17  | 142.61          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4251.34        | -285.99        | 607.33  | 142.74          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3802.64        | -321.49        | 475.33  | 142.87          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3361.22        | -348.66        | 373.47  | 142.99          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2949.46        | -368.20        | 294.95  | 143.12          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2574.87        | -380.71        | 234.08  | 143.25          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2159.75        | -373.18        | 179.98  | 143.38          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1752.81        | -349.93        | 134.83  | 143.50          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1394.84        | -318.59        | 99.63   | 143.63          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1100.72        | -285.19        | 73.38   | 143.76          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 882.77         | -257.49        | 55.17   | 143.89          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 727.53         | -237.32        | 42.80   | 144.01          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 605.86         | -219.70        | 33.66   | 144.14          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 514.17         | -206.17        | 27.06   | 144.27          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 443.68         | -195.77        | 22.18   | 144.40          | --               | --               |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 1729.27 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 432.89  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 192.65  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 108.51  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 69.54   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 48.35   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 35.57   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 27.27   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 21.58   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 17.50   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 8779.04 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 2319.17 | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 1092.68 | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 653.93  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 447.10  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 333.25  | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 264.20  | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 219.66  | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 189.87  | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 169.74  | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 24.8649  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.8313  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.8485   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.19    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 4.3010   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.51    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -1.2201  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.6495   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -1.3247  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

---

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 32.1754  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 101.8571 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 101.8571 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 32.1754  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.03     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 106.8182 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.53    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 2.9263   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 665.8579 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 49.93 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 42.67 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.65$   | $i_q = 0.65$   | $i_\gamma = 0.17$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 21.54$ | $N'_q = 12.54$ | $N'_\gamma = 2.85$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.00 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 6.54 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0038 | 0.0857  |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0190 | 0.2265  |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0510 | 0.4225  |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.1053 | 0.6737  |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.1876 | 0.9801  |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.3032 | 1.3416  |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.4577 | 1.7582  |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.6567 | 2.2301  |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.9056 | 2.7570  |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 1.2099 | 3.3392  |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 1.5752 | 3.9765  |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 2.0070 | 4.6690  |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 2.5109 | 5.4166  |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 3.0922 | 6.2195  |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 3.7566 | 7.0774  |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 4.5095 | 7.9906  |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 5.3566 | 8.9589  |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 6.3032 | 9.9823  |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 7.3549 | 11.0612 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 8.5170 | 12.1874 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0717 | 2.3896  |
| 3   | 0.12 | 0.2865 | 4.7674  |
| 4   | 0.18 | 0.6436 | 7.1333  |
| 5   | 0.24 | 1.1423 | 9.4873  |
| 6   | 0.30 | 1.7818 | 11.8295 |
| 7   | 0.36 | 2.5616 | 14.1598 |
| 8   | 0.42 | 3.4808 | 16.4782 |
| 9   | 0.48 | 4.5387 | 18.7847 |
| 10  | 0.54 | 5.7347 | 21.0794 |
| 11  | 0.60 | 7.0680 | 23.3622 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.12 | -0.0374 | -0.6157 |
| 3  | 0.24 | -0.1459 | -1.1840 |
| 4  | 0.36 | -0.3197 | -1.7047 |
| 5  | 0.48 | -0.5531 | -2.1780 |
| 6  | 0.60 | -0.8405 | -2.6037 |
| 7  | 0.72 | -1.1761 | -2.9820 |
| 8  | 0.84 | -1.5543 | -3.3128 |
| 9  | 0.96 | -1.9693 | -3.5961 |
| 10 | 1.08 | -2.4154 | -3.8319 |
| 11 | 1.20 | -2.8870 | -4.0203 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                            |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                         |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                         |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                               |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                 |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]         |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]   |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                         |

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5277.57        | -20.18         | 5277.57 | 141.97          | --               | --               |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5227.86        | -49.60         | 2613.93 | 142.10          | --               | --               |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5163.42        | -87.73         | 1721.14 | 142.23          | --               | --               |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5085.38        | -133.90        | 1271.34 | 142.36          | --               | --               |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4995.02        | -187.36        | 999.00  | 142.48          | --               | --               |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4713.56        | -238.17        | 785.59  | 142.61          | --               | --               |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4300.04        | -281.16        | 614.29  | 142.74          | --               | --               |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3865.43        | -317.28        | 483.18  | 142.87          | --               | --               |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3429.04        | -345.02        | 381.00  | 142.99          | --               | --               |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 3018.69        | -365.23        | 301.87  | 143.12          | --               | --               |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2644.38        | -378.68        | 240.40  | 143.25          | --               | --               |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2248.39        | -376.05        | 187.37  | 143.38          | --               | --               |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1840.82        | -355.54        | 141.60  | 143.50          | --               | --               |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1477.14        | -326.26        | 105.51  | 143.63          | --               | --               |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 1170.30        | -293.09        | 78.02   | 143.76          | --               | --               |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 939.96         | -264.93        | 58.75   | 143.89          | --               | --               |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 771.19         | -242.99        | 45.36   | 144.01          | --               | --               |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 643.12         | -225.20        | 35.73   | 144.14          | --               | --               |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 543.97         | -210.57        | 28.63   | 144.27          | --               | --               |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 468.21         | -199.39        | 23.41   | 144.40          | --               | --               |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>  | sforzo normale ultimo espresso in [kN]                          |
| M <sub>u</sub>  | momento ultimo espresso in [kNm]                                |
| CS              | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| VRcd            | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]          |
| VRsd            | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]    |
| VRd             | Resistenza al taglio, espresso in [kN]                          |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 1815.77 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 454.69  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 202.42  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 114.05  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 73.11   | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 50.86   | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 37.43   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 28.70   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 22.72   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 130.28         | 18.43   | 141.85          | --               | --               |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | 0.00           | 1000.00 | 141.85          | --               | --               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 3481.68 | 141.85          | --               | --               |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 893.09  | 141.85          | --               | --               |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 407.54  | 141.85          | --               | --               |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 235.54  | 141.85          | --               | --               |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 155.00  | 141.85          | --               | --               |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 110.77  | 141.85          | --               | --               |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 83.82   | 141.85          | --               | --               |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 66.16   | 141.85          | --               | --               |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 53.94   | 141.85          | --               | --               |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0.00           | -130.28        | 45.13   | 141.85          | --               | --               |

### COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 33.2588  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 31.4395  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 10.8493  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.49 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.50    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 4.7027   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.49 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 45.56    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -1.2201  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.6495   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -1.3247  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 41.2797  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 102.6885 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.6470  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 41.9793  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 143.2385 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 102.6885 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 41.2797  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 110.6750 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.90    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 11.6982  | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.41 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 33.2588  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 31.4395  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 10.8493  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.49 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.50    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 6.6140   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.49 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 45.75    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 2.4403   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 1.2201   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 2.6495   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 1.3247   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 43.0865  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 108.4018 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.6470  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 40.3369  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 147.8976 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 108.4018 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 43.0865  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 116.6507 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.68    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 11.6813  | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.67 |
|--|------|

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.95

Raggio del cerchio R[m]= 4.51

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.60

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.51

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.52

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 3.7255  | 78.35              | 3.6487        | 0.0138         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 9.1157  | 65.23              | 8.2769        | 0.0067         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 11.8567 | 57.54              | 10.0048       | 0.0052         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 13.1158 | 51.29              | 10.2341       | 0.0045         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 13.8302 | 45.80              | 9.9158        | 0.0040         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 14.2498 | 40.82              | 9.3158        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 14.4416 | 36.20              | 8.5288        | 0.0035         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 14.4466 | 31.83              | 7.6195        | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 14.2920 | 27.66              | 6.6358        | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 13.9971 | 23.65              | 5.6154        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 13.5754 | 19.76              | 4.5895        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 13.3501 | 15.96              | 3.6710        | 0.0029         | 27.77  | 1 | 0 |
| 13       | 13.9487 | 12.23              | 2.9555        | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 14       | 14.2183 | 8.56               | 2.1155        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 14.3919 | 4.92               | 1.2333        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 14.9600 | 1.30               | 0.3382        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 17.9057 | -2.32              | -0.7249       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 8.3293  | -5.94              | -0.8627       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 4.7070  | -9.59              | -0.7845       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.9732  | -13.28             | -0.9129       | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 21       | 3.3094  | -17.03             | -0.9692       | 0.0029         | 28.94  | 0 | 0 |
| 22       | 2.7816  | -20.85             | -0.9901       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 2.1344  | -24.78             | -0.8945       | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.3570  | -28.83             | -0.6543       | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.4344  | -33.05             | -0.2369       | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 252.4471$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87.6687$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 131.8551$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.87$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.95

Raggio del cerchio R[m]= 4.51

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.60

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.51

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.52

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 3.7255  | 78.35              | 3.6487        | 0.0138         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 9.1157  | 65.23              | 8.2769        | 0.0067         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 11.8567 | 57.54              | 10.0048       | 0.0052         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 13.1158 | 51.29              | 10.2341       | 0.0045         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 13.8302 | 45.80              | 9.9158        | 0.0040         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 14.2498 | 40.82              | 9.3158        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 14.4416 | 36.20              | 8.5288        | 0.0035         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 14.4466 | 31.83              | 7.6195        | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 14.2920 | 27.66              | 6.6358        | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 13.9971 | 23.65              | 5.6154        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 13.5754 | 19.76              | 4.5895        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 13.3501 | 15.96              | 3.6710        | 0.0029         | 27.77  | 1 | 0 |
| 13       | 13.9487 | 12.23              | 2.9555        | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 14       | 14.2183 | 8.56               | 2.1155        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 14.3919 | 4.92               | 1.2333        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 14.9600 | 1.30               | 0.3382        | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 17.9057 | -2.32              | -0.7249       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 8.3293  | -5.94              | -0.8627       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 4.7070  | -9.59              | -0.7845       | 0.0028         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.9732  | -13.28             | -0.9129       | 0.0029         | 24.79  | 4 | 0 |
| 21       | 3.3094  | -17.03             | -0.9692       | 0.0029         | 28.94  | 0 | 0 |
| 22       | 2.7816  | -20.85             | -0.9901       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 2.1344  | -24.78             | -0.8945       | 0.0031         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.3570  | -28.83             | -0.6543       | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.4344  | -33.05             | -0.2369       | 0.0033         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 252.4471$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87.6687$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 131.8551$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.87$

COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 24.8649  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.8313  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.8485   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 52.19    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 22.8313  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 102.6985 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 102.6985 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 22.8313  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.05    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 105.2057 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.53    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -5.0965  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 842.9808 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 2.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 40.36 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 53.00 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.74$   | $i_q = 0.74$   | $i_\gamma = 0.34$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.61$ | $N'_q = 14.33$ | $N'_\gamma = 5.58$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.85 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.21 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T      |
|-----|------|---------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0007 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0057 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0192 | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.0455 | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.0888 | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.1535 | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.2438 | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.3639 | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.5181 | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 0.7107 | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 0.9459 | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 1.2280 | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 1.5613 | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 1.9501 | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 2.3985 | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 2.9109 | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 3.4915 | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 4.1446 | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 4.8745 | 7.6967 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 5.6852 | 8.5223 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0549 | 1.8321  |
| 3   | 0.12 | 0.2203 | 3.6849  |
| 4   | 0.18 | 0.4975 | 5.5584  |
| 5   | 0.24 | 0.8877 | 7.4526  |
| 6   | 0.30 | 1.3922 | 9.3674  |
| 7   | 0.36 | 2.0122 | 11.3029 |
| 8   | 0.42 | 2.7490 | 13.2591 |
| 9   | 0.48 | 3.6037 | 15.2360 |
| 10  | 0.54 | 4.5777 | 17.2335 |
| 11  | 0.60 | 5.6721 | 19.2518 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.12 | 0.0343 | 0.5585 |
| 3  | 0.24 | 0.1307 | 1.0344 |
| 4  | 0.36 | 0.2793 | 1.4275 |
| 5  | 0.48 | 0.4700 | 1.7379 |
| 6  | 0.60 | 0.6931 | 1.9656 |
| 7  | 0.72 | 0.9385 | 2.1106 |
| 8  | 0.84 | 1.1963 | 2.1729 |
| 9  | 0.96 | 1.4566 | 2.1525 |
| 10 | 1.08 | 1.7096 | 2.0493 |
| 11 | 1.20 | 1.9452 | 1.8635 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -35             | -35             |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -68             | -72             |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 8              | 1              | -98             | -111            |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 1              | -123            | -155            |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 2              | -143            | -206            |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 3              | -155            | -263            |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 4              | -158            | -330            |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 31             | 5              | -150            | -408            |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 38             | 6              | -130            | -497            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 47             | 7              | -97             | -600            |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 58             | 9              | -29             | -724            |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 73             | 11             | 109             | -877            |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 91             | 12             | 365             | -1066           |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 116            | 14             | 800             | -1291           |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 146            | 17             | 1464            | -1549           |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 182            | 19             | 2385            | -1832           |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 224            | 21             | 3572            | -2137           |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 271            | 24             | 5027            | -2462           |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 324            | 27             | 6753            | -2807           |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 382            | 29             | 8756            | -3173           |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 6              | 174             | -16             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 13             | 700             | -66             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 35             | 19             | 1582            | -149            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 62             | 26             | 2823            | -266            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 97             | 32             | 4427            | -417            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 140            | 39             | 6399            | -603            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 192            | 46             | 8742            | -824            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 251            | 53             | 11460           | -1080           |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 319            | 60             | 14557           | -1372           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 395            | 67             | 18037           | -1701           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 2              | 109             | -10             |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 9              | 4              | 416             | -39             |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 5              | 888             | -84             |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 33             | 6              | 1495            | -141            |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 48             | 7              | 2204            | -208            |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 65             | 7              | 2984            | -281            |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 83             | 8              | 3804            | -359            |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 102            | 7              | 4632            | -437            |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 119            | 7              | 5436            | -513            |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 136            | 6              | 6186            | -583            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pr</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| s <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.02 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.09 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 7  | 0.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.15 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.24 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.36 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.71 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.56 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.40 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.91 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -3.49 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -5.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.94 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.76 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.89 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.39 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.58 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.75 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.52 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.60 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.46 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.58 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.40 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 5.67 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.95 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.12  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.71 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.24  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.20 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.48  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.94 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.60  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.69 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.47 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.84  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.96  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.13 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.03 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.20  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 24.8649  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.8313  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.8485   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.19    | [°]  |           |     |
|  |          |      |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 22.8313  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 102.6985 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 102.6985 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 22.8313  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.05    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 105.2057 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.53    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -5.0965  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 842.9808 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|                               |      |     |
|-------------------------------|------|-----|
| Lunghezza fondazione reagente | 2.20 | [m] |
|-------------------------------|------|-----|



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 40.36 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 53.00 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.74$   | $i_q = 0.74$   | $i_\gamma = 0.34$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.61$ | $N'_q = 14.33$ | $N'_\gamma = 5.58$ |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.85 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.21 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T      |
|-----|------|---------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0007 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0057 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0192 | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.0455 | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.0888 | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.1535 | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.2438 | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.3639 | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.5181 | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 0.7107 | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 0.9459 | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 1.2280 | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 1.5613 | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 1.9501 | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 2.3985 | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 2.9109 | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 3.4915 | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 4.1446 | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 4.8745 | 7.6967 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 5.6852 | 8.5223 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0549 | 1.8321  |
| 3   | 0.12 | 0.2203 | 3.6849  |
| 4   | 0.18 | 0.4975 | 5.5584  |
| 5   | 0.24 | 0.8877 | 7.4526  |
| 6   | 0.30 | 1.3922 | 9.3674  |
| 7   | 0.36 | 2.0122 | 11.3029 |
| 8   | 0.42 | 2.7490 | 13.2591 |
| 9   | 0.48 | 3.6037 | 15.2360 |
| 10  | 0.54 | 4.5777 | 17.2335 |
| 11  | 0.60 | 5.6721 | 19.2518 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.12 | 0.0343 | 0.5585 |
| 3  | 0.24 | 0.1307 | 1.0344 |
| 4  | 0.36 | 0.2793 | 1.4275 |
| 5  | 0.48 | 0.4700 | 1.7379 |
| 6  | 0.60 | 0.6931 | 1.9656 |
| 7  | 0.72 | 0.9385 | 2.1106 |
| 8  | 0.84 | 1.1963 | 2.1729 |
| 9  | 0.96 | 1.4566 | 2.1525 |
| 10 | 1.08 | 1.7096 | 2.0493 |
| 11 | 1.20 | 1.9452 | 1.8635 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -35             | -35             |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -68             | -72             |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 8              | 1              | -98             | -111            |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 1              | -123            | -155            |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 2              | -143            | -206            |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 3              | -155            | -263            |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 4              | -158            | -330            |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 31             | 5              | -150            | -408            |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 38             | 6              | -130            | -497            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 47             | 7              | -97             | -600            |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 58             | 9              | -29             | -724            |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 73             | 11             | 109             | -877            |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 91             | 12             | 365             | -1066           |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 116            | 14             | 800             | -1291           |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 146            | 17             | 1464            | -1549           |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 182            | 19             | 2385            | -1832           |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 224            | 21             | 3572            | -2137           |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 271            | 24             | 5027            | -2462           |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 324            | 27             | 6753            | -2807           |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 382            | 29             | 8756            | -3173           |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 6              | 174             | -16             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 13             | 700             | -66             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 35             | 19             | 1582            | -149            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 62             | 26             | 2823            | -266            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 97             | 32             | 4427            | -417            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 140            | 39             | 6399            | -603            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 192            | 46             | 8742            | -824            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 251            | 53             | 11460           | -1080           |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 319            | 60             | 14557           | -1372           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 395            | 67             | 18037           | -1701           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 2              | 109             | -10             |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 9              | 4              | 416             | -39             |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 5              | 888             | -84             |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 33             | 6              | 1495            | -141            |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 48             | 7              | 2204            | -208            |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 65             | 7              | 2984            | -281            |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 83             | 8              | 3804            | -359            |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 102            | 7              | 4632            | -437            |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 119            | 7              | 5436            | -513            |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 136            | 6              | 6186            | -583            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pr</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| s <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.02 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.09 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 7  | 0.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.15 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.24 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.36 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.71 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.56 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.40 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.91 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -3.49 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -5.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.94 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.76 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.89 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.39 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.58 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.75 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.52 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.60 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.46 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.58 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.40 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 5.67 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.95 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.12  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.71 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.24  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.20 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.48  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.94 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.60  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.69 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.47 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.84  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.96  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.13 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.03 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.20  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 24.8649  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.8313  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.8485   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 1.20 | [m]  | Y = -1.54 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.19    | [°]  |           |     |

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 45.6000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.60 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 22.8313  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 102.6985 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.7037  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 102.6985 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 22.8313  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.05    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 2.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 105.2057 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.53    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -5.0965  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 842.9808 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|                               |      |     |
|-------------------------------|------|-----|
| Lunghezza fondazione reagente | 2.20 | [m] |
|-------------------------------|------|-----|





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 40.36 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 53.00 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.74$   | $i_q = 0.74$   | $i_\gamma = 0.34$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.10$   | $d_q = 1.05$   | $d_\gamma = 1.05$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.61$ | $N'_q = 14.33$ | $N'_\gamma = 5.58$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.85 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 8.21 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T      |
|-----|------|---------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 |
| 2   | 0.10 | 1.0000  | 0.0007 | 0.0213 |
| 3   | 0.20 | 2.0000  | 0.0057 | 0.0853 |
| 4   | 0.30 | 3.0000  | 0.0192 | 0.1919 |
| 5   | 0.40 | 4.0000  | 0.0455 | 0.3411 |
| 6   | 0.50 | 5.0000  | 0.0888 | 0.5330 |
| 7   | 0.60 | 6.0000  | 0.1535 | 0.7675 |
| 8   | 0.70 | 7.0000  | 0.2438 | 1.0447 |
| 9   | 0.80 | 8.0000  | 0.3639 | 1.3645 |
| 10  | 0.90 | 9.0000  | 0.5181 | 1.7269 |
| 11  | 1.00 | 10.0000 | 0.7107 | 2.1320 |
| 12  | 1.10 | 11.0000 | 0.9459 | 2.5797 |
| 13  | 1.20 | 12.0000 | 1.2280 | 3.0701 |
| 14  | 1.30 | 13.0000 | 1.5613 | 3.6031 |
| 15  | 1.40 | 14.0000 | 1.9501 | 4.1787 |
| 16  | 1.50 | 15.0000 | 2.3985 | 4.7970 |
| 17  | 1.60 | 16.0000 | 2.9109 | 5.4579 |
| 18  | 1.70 | 17.0000 | 3.4915 | 6.1615 |
| 19  | 1.80 | 18.0000 | 4.1446 | 6.9077 |
| 20  | 1.90 | 19.0000 | 4.8745 | 7.6967 |
| 21  | 2.00 | 20.0000 | 5.6852 | 8.5223 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.0549 | 1.8321  |
| 3   | 0.12 | 0.2203 | 3.6849  |
| 4   | 0.18 | 0.4975 | 5.5584  |
| 5   | 0.24 | 0.8877 | 7.4526  |
| 6   | 0.30 | 1.3922 | 9.3674  |
| 7   | 0.36 | 2.0122 | 11.3029 |
| 8   | 0.42 | 2.7490 | 13.2591 |
| 9   | 0.48 | 3.6037 | 15.2360 |
| 10  | 0.54 | 4.5777 | 17.2335 |
| 11  | 0.60 | 5.6721 | 19.2518 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |        |        |
|----|------|--------|--------|
| 2  | 0.12 | 0.0343 | 0.5585 |
| 3  | 0.24 | 0.1307 | 1.0344 |
| 4  | 0.36 | 0.2793 | 1.4275 |
| 5  | 0.48 | 0.4700 | 1.7379 |
| 6  | 0.60 | 0.6931 | 1.9656 |
| 7  | 0.72 | 0.9385 | 2.1106 |
| 8  | 0.84 | 1.1963 | 2.1729 |
| 9  | 0.96 | 1.4566 | 2.1525 |
| 10 | 1.08 | 1.7096 | 2.0493 |
| 11 | 1.20 | 1.9452 | 1.8635 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 0              | -35             | -35             |
| 3   | 0.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 5              | 0              | -68             | -72             |
| 4   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 8              | 1              | -98             | -111            |
| 5   | 0.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 11             | 1              | -123            | -155            |
| 6   | 0.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 2              | -143            | -206            |
| 7   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 3              | -155            | -263            |
| 8   | 0.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 24             | 4              | -158            | -330            |
| 9   | 0.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 31             | 5              | -150            | -408            |
| 10  | 0.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 38             | 6              | -130            | -497            |
| 11  | 1.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 47             | 7              | -97             | -600            |
| 12  | 1.10 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 58             | 9              | -29             | -724            |
| 13  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 73             | 11             | 109             | -877            |
| 14  | 1.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 91             | 12             | 365             | -1066           |
| 15  | 1.40 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 116            | 14             | 800             | -1291           |
| 16  | 1.50 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 146            | 17             | 1464            | -1549           |
| 17  | 1.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 182            | 19             | 2385            | -1832           |
| 18  | 1.70 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 224            | 21             | 3572            | -2137           |
| 19  | 1.80 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 271            | 24             | 5027            | -2462           |
| 20  | 1.90 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 324            | 27             | 6753            | -2807           |
| 21  | 2.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 382            | 29             | 8756            | -3173           |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

|                 |  |
|-----------------|--|
| B               | base della sezione espressa in [cm]  |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]   |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa] |

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.06 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 4              | 6              | 174             | -16             |
| 3   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 15             | 13             | 700             | -66             |
| 4   | 0.18 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 35             | 19             | 1582            | -149            |
| 5   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 62             | 26             | 2823            | -266            |
| 6   | 0.30 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 97             | 32             | 4427            | -417            |
| 7   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 140            | 39             | 6399            | -603            |
| 8   | 0.42 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 192            | 46             | 8742            | -824            |
| 9   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 251            | 53             | 11460           | -1080           |
| 10  | 0.54 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 319            | 60             | 14557           | -1372           |
| 11  | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 395            | 67             | 18037           | -1701           |

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 0              | 0              | 0               | 0               |
| 2   | 0.12 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 2              | 2              | 109             | -10             |
| 3   | 0.24 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 9              | 4              | 416             | -39             |
| 4   | 0.36 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 19             | 5              | 888             | -84             |
| 5   | 0.48 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 33             | 6              | 1495            | -141            |
| 6   | 0.60 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 48             | 7              | 2204            | -208            |
| 7   | 0.72 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 65             | 7              | 2984            | -281            |
| 8   | 0.84 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 83             | 8              | 3804            | -359            |
| 9   | 0.96 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 102            | 7              | 4632            | -437            |
| 10  | 1.08 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 119            | 7              | 5436            | -513            |
| 11  | 1.20 | 100, 40 | 10.18           | 10.18           | 136            | 6              | 6186            | -583            |

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

|                 |  |
|-----------------|--|
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] |
| M <sub>pr</sub> | Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]                |
| M               | Momento agente nella sezione espressa in [kNm]                 |
| ε <sub>m</sub>  | deformazione media espressa in [%]                             |
| s <sub>m</sub>  | Distanza media tra le fessure espressa in [mm]                 |
| w               | Apertura media della fessura espressa in [mm]                  |

### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.10 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.20 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.30 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.02 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.40 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.50 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | -0.09 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |       |       |        |       |        |      |       |
|----|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| 7  | 0.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.15 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 8  | 0.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.24 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 9  | 0.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.36 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 0.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.52 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 11 | 1.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.71 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 12 | 1.10 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -0.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 13 | 1.20 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.23 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 14 | 1.30 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.56 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 15 | 1.40 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -1.95 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 16 | 1.50 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.40 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 17 | 1.60 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -2.91 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 18 | 1.70 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -3.49 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 19 | 1.80 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.14 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 20 | 1.90 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -4.87 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |
| 21 | 2.00 | 10.18 | 10.18 | -40.76 | -5.69 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M    | ε <sub>m</sub> | S <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -1.00 | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -0.94 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.05 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -0.88 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.22 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -0.82 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.50 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -0.76 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.89 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -0.70 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.39 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -0.64 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.01 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -0.58 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 2.75 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -0.52 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 3.60 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.46 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 4.58 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.40 | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 5.67 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 0.00  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.95 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 0.12  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.71 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 0.24  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.46 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 0.36  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 1.20 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 0.48  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.94 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 0.60  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.69 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 0.72  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.47 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 0.84  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.28 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 0.96  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.13 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 1.08  | 10.18           | 10.18           | 40.76           | 0.03 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 22 | 1.20  | 10.18           | 10.18           | -40.76          | 0.00 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

## 7.16 File di INPUT - muro di sostegno tipo PVH1

### N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

|                    |  |
|--------------------|--|
| γ <sub>Gsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                  |
| γ <sub>Gfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                   |
| γ <sub>Qsfav</sub> | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                   |
| γ <sub>Qfav</sub>  | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                    |
| γ <sub>tanφ'</sub> | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                          |
| γ <sub>c'</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                  |
| γ <sub>cu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                              |
| γ <sub>qu</sub>    | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                       |
| γ <sub>f</sub>     | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce |

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi    | Effetto     |                    | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | γ <sub>Gfav</sub>  | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ <sub>Gsfav</sub> | 1.30 | 1.00 | 1.10 | 1.30 |
| Variabili  | Favorevole  | γ <sub>Qfav</sub>  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | γ <sub>Qsfav</sub> | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$          | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_T$          | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                  | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$          | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_T$          | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

| <i>Verifica</i>                    | <i>Coefficienti parziali</i> |           |           |
|------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|
|                                    | <i>R1</i>                    | <i>R2</i> | <i>R3</i> |
| Capacità portante della fondazione | 1.00                         | 1.00      | 1.40      |
| Scorrimento                        | 1.00                         | 1.00      | 1.10      |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00                         | 1.00      | 1.40      |
| Stabilità globale                  |                              | 1.10      |           |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 2.00 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.30 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.30 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 0.00 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 1.00 [m]               |
| Spessore rivestimento                       | 0.12 [m]               |
| Peso sp. rivestimento                       | 25.0000 [kN/mc]        |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.50 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 0.40 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 1.20 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.40 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m]               |

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Materiali utilizzati per la struttura

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Calcestruzzo</i>                               |                |
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |
| <i>Acciaio</i>                                    |                |
| Tipo  | B450C          |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 449936 [kPa]   |

Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X    | Y    | A     |
|---|------|------|-------|
| 1 | 0.50 | 0.00 | 0.00  |
| 2 | 3.00 | 1.20 | 25.64 |
| 3 | 7.00 | 1.20 | 0.00  |

Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.20 | [m] |

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c   | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw      | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks      | Coefficiente di spinta   |
| Terreno | Terreno dello strato   |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|---|---|----|----|---------|
|-----|---|---|----|----|---------|





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|-------|
| 1 | 2.40 | 0.00 | 6.53 | 0.00 | PN/PR |
| 2 | 3.00 | 0.00 | 3.19 | 0.00 | SKF   |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| $F/S$    | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 0.90     | 1.00   | 0.90            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.10     | 1.00   | 1.10            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV   | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

|                         | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --    | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|  | $S/F$ | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|--|-------|----------|--------|-----------------|
|--|-------|----------|--------|-----------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|                         |    |      |      |      |
|-------------------------|----|------|------|------|
| Peso proprio muro       | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno          | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.66                    | --                      | 4.10                     | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 1.94                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.55                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.57                    | --                      | 3.60                     | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.57                    | --                      | 3.72                     | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 1.72                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 1.76                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.40                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.40                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 2.08                    | --                      | 5.53                     | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 2.08                    | --                      | 5.53                     | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 2.08                    | --                      | 5.53                     | --                       |



## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.63 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.45                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.24                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.81$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 2.91$           |

#### **Combinazioni SLE**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.00 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.20                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 0.00$           |

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 50.0  
Lunghezza del muro 1.00 [m]

Peso muro 27.0000 [kN]  
Baricentro del muro X=-0.17 Y=-1.53

#### Superficie di spinta

|  |          |           |
|--|----------|-----------|
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 0.40 | Y = -2.40 |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 0.40 | Y = 0.00  |
| Altezza della superficie di spinta                         | 2.40     | [m]       |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00     | [°]       |

### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 25.0145  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 22.9687  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.9077   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.61 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.51    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 15.2000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

#### Risultanti

|  |         |      |
|--|---------|------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 22.9687 | [kN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale   | 57.5077 | [kN] |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8600  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 57.5077  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 22.9687  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.11     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 61.9250  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 21.77    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 6.2283   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 235.5630 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 1.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 73.87 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 21.97 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.57$   | $i_q = 0.57$   | $i_\gamma = 0.08$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.17$   | $d_q = 1.09$   | $d_\gamma = 1.09$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 20.32$ | $N'_q = 11.49$ | $N'_\gamma = 1.28$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.66 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.10 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0009 | 0.0277  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0074 | 0.1109  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0249 | 0.2494  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0591 | 0.4435  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.1155 | 0.6929  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.1996 | 0.9978  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.3169 | 1.3581  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.4731 | 1.7753  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.6743 | 2.2626  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 0.9286 | 2.8384  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 1.2450 | 3.5043  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.6323 | 4.2571  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 2.0992 | 5.0956  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.6543 | 6.0189  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 3.3058 | 7.0265  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 4.0624 | 8.1182  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 4.9323 | 9.2939  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 5.9239 | 10.5533 |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 7.0457 | 11.8965 |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 8.3057 | 13.3100 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0789 | 3.1396  |
| 3   | 0.10 | 0.3122 | 6.1712  |
| 4   | 0.15 | 0.6943 | 9.0946  |
| 5   | 0.20 | 1.2198 | 11.9098 |
| 6   | 0.25 | 1.8834 | 14.6169 |
| 7   | 0.30 | 2.6797 | 17.2159 |
| 8   | 0.35 | 3.6032 | 19.7068 |
| 9   | 0.40 | 4.6486 | 22.0895 |
| 10  | 0.45 | 5.8104 | 24.3642 |
| 11  | 0.50 | 7.0832 | 26.5306 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |         |          |
|----|------|---------|----------|
| 2  | 0.04 | -0.0295 | -1.4625  |
| 3  | 0.08 | -0.1161 | -2.8558  |
| 4  | 0.12 | -0.2570 | -4.1799  |
| 5  | 0.16 | -0.4496 | -5.4349  |
| 6  | 0.20 | -0.6909 | -6.6206  |
| 7  | 0.24 | -0.9783 | -7.7371  |
| 8  | 0.28 | -1.3089 | -8.7844  |
| 9  | 0.32 | -1.6801 | -9.7625  |
| 10 | 0.36 | -2.0890 | -10.6714 |
| 11 | 0.40 | -2.5329 | -11.5110 |

COMBINAZIONE n° 2

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 28.3223  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 26.7730  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 9.2390   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.58 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.81    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 13.6800  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |         |       |
|---|---------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 26.7730 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 52.6190 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -3.5636 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 21.8504 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 42.3978 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 52.6190 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 26.7730 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.21    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagent                          | 1.17    | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 59.0385 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 26.97   | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 11.0240 | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.94 |
|--|------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.56 Y[m]= 1.69

Raggio del cerchio R[m]= 4.20

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.92

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.62

Larghezza della striscia dx[m]= 0.26

Coefficiente di sicurezza C= 1.55

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 2.5416  | 75.68              | 2.4626        | 0.0104         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 6.4576  | 64.73              | 5.8396        | 0.0060         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 8.7132  | 57.25              | 7.3282        | 0.0047         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 9.9440  | 51.11              | 7.7401        | 0.0041         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 10.7908 | 45.72              | 7.7250        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 11.3934 | 40.81              | 7.4455        | 0.0034         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 11.8062 | 36.24              | 6.9792        | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 12.0632 | 31.93              | 6.3794        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 12.1868 | 27.81              | 5.6855        | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 12.1929 | 23.84              | 4.9288        | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 12.0929 | 20.00              | 4.1352        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 11.8968 | 16.24              | 3.3273        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 13       | 12.3940 | 12.56              | 2.6946        | 0.0026         | 26.31  | 3 | 0 |
| 14       | 13.3302 | 8.92               | 2.0681        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 15.9794 | 5.33               | 1.4841        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 4.1295  | 1.75               | 0.1264        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 4.0648  | -1.81              | -0.1287       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 3.4083  | -5.39              | -0.3201       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 3.2531  | -8.99              | -0.5081       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.0173  | -12.62             | -0.6592       | 0.0026         | 26.39  | 3 | 0 |
| 21       | 2.6854  | -16.30             | -0.7539       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 22       | 2.2587  | -20.06             | -0.7747       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 1.7341  | -23.91             | -0.7028       | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.1032  | -27.88             | -0.5158       | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.3546  | -32.00             | -0.1879       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 189.7918$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 71.7984$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 100.9675$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.41$

COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 19.2419  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 17.6683  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 7.6213   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.61 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |                |                |                    |     |
|---|----------------|----------------|--------------------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 52.51          | [°]            |                    |     |
| Incremento sismico della spinta   | 4.3832         | [kN]           |                    |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 0.40       | [m]            | Y = -1.61          | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 50.01          | [°]            |                    |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 15.2000        | [kN]           |                    |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.20       | [m]            | Y = -1.00          | [m] |
| Inerzia del muro  | 1.5688         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del muro  | 0.7844         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 0.8832         | [kN]           |                    |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | 0.4416         | [kN]           |                    |     |
| <b>Risultanti</b>   |                |                |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 24.4586        | [kN]           |                    |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 58.1834        | [kN]           |                    |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -4.8600        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 58.1834        | [kN]           |                    |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 24.4586        | [kN]           |                    |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.14           | [m]            |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 1.20           | [m]            |                    |     |
| Risultante in fondazione  | 63.1152        | [kN]           |                    |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 22.80          | [°]            |                    |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 8.3878         | [kNm]          |                    |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 209.2707       | [kN]           |                    |     |
| <b>Tensioni sul terreno</b>   |                |                |                    |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 1.20           | [m]            |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 83.44          | [kPa]          |                    |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 13.54          | [kPa]          |                    |     |
| <b>Fattori per il calcolo della capacità portante</b>   |                |                |                    |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |     |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.56$   | $i_q = 0.56$   | $i_\gamma = 0.06$  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.17$   | $d_q = 1.09$   | $d_\gamma = 1.09$  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |     |
|   | $N'_c = 19.71$ | $N'_q = 11.15$ | $N'_\gamma = 0.98$ |     |
| <b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</b>  |                |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.57           |                |                    |     |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo   | 3.60           |                |                    |     |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0031 | 0.0704  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0159 | 0.1944  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0438 | 0.3721  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0921 | 0.6035  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.1662 | 0.8885  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.2716 | 1.2271  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.4134 | 1.6194  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.5973 | 2.0668  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.8291 | 2.5819  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 1.1166 | 3.1829  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 1.4685 | 3.8708  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.8935 | 4.6431  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 2.3999 | 5.4981  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.9959 | 6.4352  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 3.6897 | 7.4540  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 4.4894 | 8.5541  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 5.4032 | 9.7355  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 6.4392 | 10.9980 |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 7.6055 | 12.3416 |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 8.9099 | 13.7532 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0906 | 3.5990  |
| 3   | 0.10 | 0.3575 | 7.0523  |
| 4   | 0.15 | 0.7934 | 10.3600 |
| 5   | 0.20 | 1.3910 | 13.5221 |
| 6   | 0.25 | 2.1432 | 16.5386 |
| 7   | 0.30 | 3.0425 | 19.4094 |
| 8   | 0.35 | 4.0817 | 22.1346 |
| 9   | 0.40 | 5.2535 | 24.7142 |
| 10  | 0.45 | 6.5507 | 27.1482 |
| 11  | 0.50 | 7.9659 | 29.4366 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.04 | -0.0269 | -1.3319 |
| 3  | 0.08 | -0.1053 | -2.5706 |
| 4  | 0.12 | -0.2314 | -3.7162 |
| 5  | 0.16 | -0.4014 | -4.7685 |
| 6  | 0.20 | -0.6116 | -5.7276 |
| 7  | 0.24 | -0.8583 | -6.5936 |
| 8  | 0.28 | -1.1378 | -7.3663 |
| 9  | 0.32 | -1.4464 | -8.0458 |
| 10 | 0.36 | -1.7803 | -8.6322 |
| 11 | 0.40 | -2.1357 | -9.1253 |

COMBINAZIONE n° 5

|   |                         |                         |                        |     |
|---|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----|
| Valore della spinta statica   | 19.2419                 | [kN]                    |                        |     |
| Componente orizzontale della spinta statica   | 17.6683                 | [kN]                    |                        |     |
| Componente verticale della spinta statica   | 7.6213                  | [kN]                    |                        |     |
| Punto d'applicazione della spinta   | X = 0.40                | [m]                     | Y = -1.61              | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie  | 23.33                   | [°]                     |                        |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche  | 52.51                   | [°]                     |                        |     |
| Incremento sismico della spinta   | 3.2827                  | [kN]                    |                        |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta  | X = 0.40                | [m]                     | Y = -1.61              | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche  | 49.82                   | [°]                     |                        |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | 15.2000                 | [kN]                    |                        |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte   | X = 0.20                | [m]                     | Y = -1.00              | [m] |
| Inerzia del muro  | 1.5688                  | [kN]                    |                        |     |
| Inerzia verticale del muro  | -0.7844                 | [kN]                    |                        |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte  | 0.8832                  | [kN]                    |                        |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte  | -0.4416                 | [kN]                    |                        |     |
| <u>Risultanti</u>   |                         |                         |                        |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 23.4481                 | [kN]                    |                        |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale  | 55.2956                 | [kN]                    |                        |     |
| Resistenza passiva a valle del muro   | -4.8600                 | [kN]                    |                        |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione   | 55.2956                 | [kN]                    |                        |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 23.4481                 | [kN]                    |                        |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.15                    | [m]                     |                        |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 1.20                    | [m]                     |                        |     |
| Risultante in fondazione  | 60.0618                 | [kN]                    |                        |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 22.98                   | [°]                     |                        |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione   | 8.2482                  | [kNm]                   |                        |     |
| Carico ultimo della fondazione  | 205.4549                | [kN]                    |                        |     |
| <u>Tensioni sul terreno</u>   |                         |                         |                        |     |
| Lunghezza fondazione reagente   | 1.20                    | [m]                     |                        |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle  | 80.45                   | [kPa]                   |                        |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte  | 11.71                   | [kPa]                   |                        |     |
| <u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u>   |                         |                         |                        |     |
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | N <sub>c</sub> = 30.14  | N <sub>q</sub> = 18.40  | N <sub>γ</sub> = 15.67 |     |
| <b>Fattori forma</b>  | s <sub>c</sub> = 1.00   | s <sub>q</sub> = 1.00   | s <sub>γ</sub> = 1.00  |     |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | i <sub>c</sub> = 0.55   | i <sub>q</sub> = 0.55   | i <sub>γ</sub> = 0.05  |     |
| <b>Fattori profondità</b>   | d <sub>c</sub> = 1.17   | d <sub>q</sub> = 1.09   | d <sub>γ</sub> = 1.09  |     |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                         |                         |                        |     |
|   | N' <sub>c</sub> = 19.61 | N' <sub>q</sub> = 11.09 | N' <sub>γ</sub> = 0.93 |     |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.57 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.72 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0030 | 0.0692  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0156 | 0.1897  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0427 | 0.3615  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0896 | 0.5845  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.1613 | 0.8588  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.2630 | 1.1843  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.3999 | 1.5612  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.5770 | 1.9907  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.8002 | 2.4849  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 1.0768 | 3.0612  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 1.4152 | 3.7206  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.8236 | 4.4606  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 2.3099 | 5.2797  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.8821 | 6.1772  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 3.5479 | 7.1528  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 4.3152 | 8.2061  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 5.1918 | 9.3371  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 6.1853 | 10.5456 |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 7.3035 | 11.8316 |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 8.5538 | 13.1826 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0869 | 3.4508  |
| 3   | 0.10 | 0.3427 | 6.7583  |
| 4   | 0.15 | 0.7603 | 9.9227  |
| 5   | 0.20 | 1.3326 | 12.9438 |
| 6   | 0.25 | 2.0523 | 15.8218 |
| 7   | 0.30 | 2.9124 | 18.5566 |
| 8   | 0.35 | 3.9056 | 21.1481 |
| 9   | 0.40 | 5.0248 | 23.5965 |
| 10  | 0.45 | 6.2628 | 25.9017 |
| 11  | 0.50 | 7.6126 | 28.0636 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.04 | -0.0284 | -1.4057 |
| 3  | 0.08 | -0.1112 | -2.7197 |
| 4  | 0.12 | -0.2448 | -3.9421 |
| 5  | 0.16 | -0.4254 | -5.0729 |
| 6  | 0.20 | -0.6494 | -6.1120 |
| 7  | 0.24 | -0.9131 | -7.0594 |
| 8  | 0.28 | -1.2129 | -7.9152 |
| 9  | 0.32 | -1.5451 | -8.6794 |
| 10 | 0.36 | -1.9060 | -9.3519 |
| 11 | 0.40 | -2.2920 | -9.9328 |

COMBINAZIONE n° 6

|  |          |       |           |     |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 25.7475  | [kN]  |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 24.3391  | [kN]  |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.3991   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]   | Y = -1.58 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]   |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.81    | [°]   |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 3.8128   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.40 | [m]   | Y = -1.58 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 45.87    | [°]   |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 15.2000  | [kN]  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]   | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 1.5688   | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -0.7844  | [kN]  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 0.8832   | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -0.4416  | [kN]  |           |     |
| <b>Risultanti</b>  |          |       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 30.7090  | [kN]  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 56.0169  | [kN]  |           |     |
| Resistenza passiva a valle del muro                          | -3.9596  | [kN]  |           |     |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle             | 26.7748  | [kNm] |           |     |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle          | 46.0974  | [kNm] |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione            | 56.0169  | [kN]  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione        | 30.7090  | [kN]  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione         | 0.26     | [m]   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 1.03     | [m]   |           |     |
| Risultante in fondazione                                     | 63.8822  | [kN]  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)        | 28.73    | [°]   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione              | 14.2875  | [kNm] |           |     |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.72 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 7

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 25.7475  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 24.3391  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 8.3991   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.58 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.04    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 48.81    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 5.2879   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.58 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 46.06    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 15.2000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |
| Inerzia del muro   | 1.5688   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 0.7844   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 0.8832   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 0.4416   | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

Risultanti

|   |         |       |
|---|---------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 32.1034 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 58.9500 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -3.9596 | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 26.9788 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 47.6088 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 58.9500 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 32.1034 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.25    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.05    | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 67.1247 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 28.57   | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 14.7400 | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 1.76 |
|--|------|

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.56 Y[m]= 1.69

Raggio del cerchio R[m]= 4.20

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.92

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.62

Larghezza della striscia dx[m]= 0.26

Coefficiente di sicurezza C= 1.40

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 2.5416  | 75.68              | 2.4626        | 0.0104         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 6.4576  | 64.73              | 5.8396        | 0.0060         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 8.7132  | 57.25              | 7.3282        | 0.0047         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 9.9440  | 51.11              | 7.7401        | 0.0041         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 10.7908 | 45.72              | 7.7250        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 11.3934 | 40.81              | 7.4455        | 0.0034         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 11.8062 | 36.24              | 6.9792        | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 12.0632 | 31.93              | 6.3794        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 12.1868 | 27.81              | 5.6855        | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 12.1929 | 23.84              | 4.9288        | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 12.0929 | 20.00              | 4.1352        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 11.8968 | 16.24              | 3.3273        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 13       | 12.3940 | 12.56              | 2.6946        | 0.0026         | 26.31  | 3 | 0 |
| 14       | 13.3302 | 8.92               | 2.0681        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 15.9794 | 5.33               | 1.4841        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 4.1295  | 1.75               | 0.1264        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 4.0648  | -1.81              | -0.1287       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 3.4083  | -5.39              | -0.3201       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 3.2531  | -8.99              | -0.5081       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.0173  | -12.62             | -0.6592       | 0.0026         | 26.39  | 3 | 0 |
| 21       | 2.6854  | -16.30             | -0.7539       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 22       | 2.2587  | -20.06             | -0.7747       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 1.7341  | -23.91             | -0.7028       | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.1032  | -27.88             | -0.5158       | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.3546  | -32.00             | -0.1879       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 189.7918$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 71.7984$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 100.9675$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.41$





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$ | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c        | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b        | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u        | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.56 Y[m]= 1.69

Raggio del cerchio R[m]= 4.20

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.92

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.62

Larghezza della striscia dx[m]= 0.26

Coefficiente di sicurezza C= 1.40

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 2.5416  | 75.68              | 2.4626        | 0.0104         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 6.4576  | 64.73              | 5.8396        | 0.0060         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 8.7132  | 57.25              | 7.3282        | 0.0047         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 9.9440  | 51.11              | 7.7401        | 0.0041         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 10.7908 | 45.72              | 7.7250        | 0.0037         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 11.3934 | 40.81              | 7.4455        | 0.0034         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 11.8062 | 36.24              | 6.9792        | 0.0032         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 12.0632 | 31.93              | 6.3794        | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |
| 9        | 12.1868 | 27.81              | 5.6855        | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 10       | 12.1929 | 23.84              | 4.9288        | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 11       | 12.0929 | 20.00              | 4.1352        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 12       | 11.8968 | 16.24              | 3.3273        | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 13       | 12.3940 | 12.56              | 2.6946        | 0.0026         | 26.31  | 3 | 0 |
| 14       | 13.3302 | 8.92               | 2.0681        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 15.9794 | 5.33               | 1.4841        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 4.1295  | 1.75               | 0.1264        | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 4.0648  | -1.81              | -0.1287       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 3.4083  | -5.39              | -0.3201       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 3.2531  | -8.99              | -0.5081       | 0.0026         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 3.0173  | -12.62             | -0.6592       | 0.0026         | 26.39  | 3 | 0 |
| 21       | 2.6854  | -16.30             | -0.7539       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 22       | 2.2587  | -20.06             | -0.7747       | 0.0027         | 29.26  | 0 | 0 |
| 23       | 1.7341  | -23.91             | -0.7028       | 0.0028         | 29.26  | 0 | 0 |
| 24       | 1.1032  | -27.88             | -0.5158       | 0.0029         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 0.3546  | -32.00             | -0.1879       | 0.0030         | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 189.7918$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 71.7984$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 100.9675$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.41$

### COMBINAZIONE n° 10

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 19.2419  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 17.6683  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 7.6213   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.61 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    | 52.51    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 15.2000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 17.6683  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 55.2213  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8600  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 55.2213  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 17.6683  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.06     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 57.9790  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.74    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 3.4142   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 305.5254 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 1.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 60.24 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 31.79 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.64$   | $i_q = 0.64$   | $i_\gamma = 0.17$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.17$   | $d_q = 1.09$   | $d_\gamma = 1.09$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.79$ | $N'_q = 12.89$ | $N'_\gamma = 2.84$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.08 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.53 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0007 | 0.0213  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0057 | 0.0853  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0192 | 0.1919  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0455 | 0.3411  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.0888 | 0.5330  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.1535 | 0.7675  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.2438 | 1.0447  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.3639 | 1.3656  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.5187 | 1.7404  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 0.7143 | 2.1834  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 0.9577 | 2.6956  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.2556 | 3.2747  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 1.6148 | 3.9197  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.0417 | 4.6299  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 2.5429 | 5.4050  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 3.1249 | 6.2448  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 3.7940 | 7.1491  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 4.5569 | 8.1179  |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 5.4198 | 9.1512  |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 6.3890 | 10.2385 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0623 | 2.4825  |
| 3   | 0.10 | 0.2473 | 4.9058  |
| 4   | 0.15 | 0.5519 | 7.2698  |
| 5   | 0.20 | 0.9733 | 9.5745  |
| 6   | 0.25 | 1.5084 | 11.8200 |
| 7   | 0.30 | 2.1543 | 14.0062 |
| 8   | 0.35 | 2.9080 | 16.1331 |
| 9   | 0.40 | 3.7666 | 18.2007 |
| 10  | 0.45 | 4.7271 | 20.2090 |
| 11  | 0.50 | 5.7865 | 22.1581 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.04 | -0.0127 | -0.6294 |
| 3  | 0.08 | -0.0498 | -1.2208 |
| 4  | 0.12 | -0.1099 | -1.7743 |
| 5  | 0.16 | -0.1913 | -2.2898 |
| 6  | 0.20 | -0.2925 | -2.7674 |
| 7  | 0.24 | -0.4122 | -3.2071 |
| 8  | 0.28 | -0.5486 | -3.6088 |
| 9  | 0.32 | -0.7004 | -3.9726 |
| 10 | 0.36 | -0.8659 | -4.2985 |
| 11 | 0.40 | -1.0437 | -4.5864 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 19.2419  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 17.6683  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 7.6213   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.61 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.51    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 15.2000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 17.6683  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 55.2213  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8600  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 55.2213  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 17.6683  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.06     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 57.9790  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.74    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 3.4142   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 305.5254 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 1.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 60.24 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 31.79 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.64$   | $i_q = 0.64$   | $i_\gamma = 0.17$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.17$   | $d_q = 1.09$   | $d_\gamma = 1.09$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.79$ | $N'_q = 12.89$ | $N'_\gamma = 2.84$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.08 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.53 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0007 | 0.0213  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0057 | 0.0853  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0192 | 0.1919  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0455 | 0.3411  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.0888 | 0.5330  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.1535 | 0.7675  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.2438 | 1.0447  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.3639 | 1.3656  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.5187 | 1.7404  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 0.7143 | 2.1834  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 0.9577 | 2.6956  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.2556 | 3.2747  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 1.6148 | 3.9197  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.0417 | 4.6299  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 2.5429 | 5.4050  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 3.1249 | 6.2448  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 3.7940 | 7.1491  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 4.5569 | 8.1179  |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 5.4198 | 9.1512  |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 6.3890 | 10.2385 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0623 | 2.4825  |
| 3   | 0.10 | 0.2473 | 4.9058  |
| 4   | 0.15 | 0.5519 | 7.2698  |
| 5   | 0.20 | 0.9733 | 9.5745  |
| 6   | 0.25 | 1.5084 | 11.8200 |
| 7   | 0.30 | 2.1543 | 14.0062 |
| 8   | 0.35 | 2.9080 | 16.1331 |
| 9   | 0.40 | 3.7666 | 18.2007 |
| 10  | 0.45 | 4.7271 | 20.2090 |
| 11  | 0.50 | 5.7865 | 22.1581 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.04 | -0.0127 | -0.6294 |
| 3  | 0.08 | -0.0498 | -1.2208 |
| 4  | 0.12 | -0.1099 | -1.7743 |
| 5  | 0.16 | -0.1913 | -2.2898 |
| 6  | 0.20 | -0.2925 | -2.7674 |
| 7  | 0.24 | -0.4122 | -3.2071 |
| 8  | 0.28 | -0.5486 | -3.6088 |
| 9  | 0.32 | -0.7004 | -3.9726 |
| 10 | 0.36 | -0.8659 | -4.2985 |
| 11 | 0.40 | -1.0437 | -4.5864 |

COMBINAZIONE n° 12

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 19.2419  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 17.6683  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 7.6213   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.40 | [m]  | Y = -1.61 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.33    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 52.51    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 15.2000  | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.20 | [m]  | Y = -1.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 17.6683  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 55.2213  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8600  | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 55.2213  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 17.6683  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.06     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 1.20     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 57.9790  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.74    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 3.4142   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 305.5254 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 1.20  | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 60.24 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 31.79 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.64$   | $i_q = 0.64$   | $i_\gamma = 0.17$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.17$   | $d_q = 1.09$   | $d_\gamma = 1.09$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.79$ | $N'_q = 12.89$ | $N'_\gamma = 2.84$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.08 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.53 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M      | T       |
|-----|------|---------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.10 | 0.7500  | 0.0007 | 0.0213  |
| 3   | 0.20 | 1.5000  | 0.0057 | 0.0853  |
| 4   | 0.30 | 2.2500  | 0.0192 | 0.1919  |
| 5   | 0.40 | 3.0000  | 0.0455 | 0.3411  |
| 6   | 0.50 | 3.7500  | 0.0888 | 0.5330  |
| 7   | 0.60 | 4.5000  | 0.1535 | 0.7675  |
| 8   | 0.70 | 5.2500  | 0.2438 | 1.0447  |
| 9   | 0.80 | 6.0000  | 0.3639 | 1.3656  |
| 10  | 0.90 | 6.7500  | 0.5187 | 1.7404  |
| 11  | 1.00 | 7.5000  | 0.7143 | 2.1834  |
| 12  | 1.10 | 8.2500  | 0.9577 | 2.6956  |
| 13  | 1.20 | 9.0000  | 1.2556 | 3.2747  |
| 14  | 1.30 | 9.7500  | 1.6148 | 3.9197  |
| 15  | 1.40 | 10.5000 | 2.0417 | 4.6299  |
| 16  | 1.50 | 11.2500 | 2.5429 | 5.4050  |
| 17  | 1.60 | 12.0000 | 3.1249 | 6.2448  |
| 18  | 1.70 | 12.7500 | 3.7940 | 7.1491  |
| 19  | 1.80 | 13.5000 | 4.5569 | 8.1179  |
| 20  | 1.90 | 14.2500 | 5.4198 | 9.1512  |
| 21  | 2.00 | 15.0000 | 6.3890 | 10.2385 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T       |
|-----|------|--------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000  |
| 2   | 0.05 | 0.0623 | 2.4825  |
| 3   | 0.10 | 0.2473 | 4.9058  |
| 4   | 0.15 | 0.5519 | 7.2698  |
| 5   | 0.20 | 0.9733 | 9.5745  |
| 6   | 0.25 | 1.5084 | 11.8200 |
| 7   | 0.30 | 2.1543 | 14.0062 |
| 8   | 0.35 | 2.9080 | 16.1331 |
| 9   | 0.40 | 3.7666 | 18.2007 |
| 10  | 0.45 | 4.7271 | 20.2090 |
| 11  | 0.50 | 5.7865 | 22.1581 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.04 | -0.0127 | -0.6294 |
| 3  | 0.08 | -0.0498 | -1.2208 |
| 4  | 0.12 | -0.1099 | -1.7743 |
| 5  | 0.16 | -0.1913 | -2.2898 |
| 6  | 0.20 | -0.2925 | -2.7674 |
| 7  | 0.24 | -0.4122 | -3.2071 |
| 8  | 0.28 | -0.5486 | -3.6088 |
| 9  | 0.32 | -0.7004 | -3.9726 |
| 10 | 0.36 | -0.8659 | -4.2985 |
| 11 | 0.40 | -1.0437 | -4.5864 |

## 7.17 File di INPUT - muro di imbocco SUD

### N.T.C. 2008 - Approccio 2

#### Simbologia adottata

|                         |   |
|-------------------------|---|
| $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                 |
| $\gamma_{Gf\text{fav}}$ | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                  |
| $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                  |
| $\gamma_{Qf\text{fav}}$ | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                   |
| $\gamma_{\tan\phi}$     | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                         |
| $\gamma_{c'}$           | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                 |
| $\gamma_{cu}$           | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                             |
| $\gamma_{qu}$           | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                      |
| $\gamma_{\gamma}$       | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                         | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gf\text{fav}}$ | 1.00      | 1.00      | 0.90       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | 1.30      | 1.00      | 1.10       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qf\text{fav}}$ | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | 1.50      | 1.30      | 1.50       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$       | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$   | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                         | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gf\text{fav}}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 0.90       |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gs\text{fav}}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.30       |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qf\text{fav}}$ | 0.00      | 0.00      | 0.00       | 0.00       |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qs\text{fav}}$ | 1.00      | 1.00      | 1.00       | 1.50       |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| <i>Parametri</i>                     |                     | <i>M1</i> | <i>M2</i> | <i>M2</i> | <i>M1</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Coesione efficace                    | $\gamma_{c'}$       | 1.00      | 1.25      | 1.25      | 1.00      |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00      | 1.40      | 1.40      | 1.00      |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00      | 1.60      | 1.60      | 1.00      |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_{\gamma}$   | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      |

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO





PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Verifica

|                                    | Coefficienti parziali |      |      |
|------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                    | R1                    | R2   | R3   |
| Capacità portante della fondazione | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Scorrimento                        | 1.00                  | 1.00 | 1.10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Stabilità globale                  |                       | 1.10 |      |

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a mensola in c.a.

|  |          |
|--|----------|
| Altezza del paramento                  | 5.15 [m] |
| Spessore in sommità                    | 0.30 [m] |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 0.82 [m] |
| Inclinazione paramento esterno         | 0.00 [°] |
| Inclinazione paramento interno         | 5.71 [°] |
| Lunghezza del muro                     | 1.00 [m] |

Fondazione

|   |          |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 0.60 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 2.58 [m] |
| Lunghezza totale fondazione                 | 4.00 [m] |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°] |
| Spessore fondazione                         | 0.70 [m] |
| Spessore magrone                            | 0.20 [m] |

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

|   |                |
|---|----------------|
| Peso specifico                                    | 25.000 [kN/mc] |
| Classe di Resistenza                              | C25/30         |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 30000 [kPa]    |
| Modulo elastico E                                 | 31447048 [kPa] |

Acciaio

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Tipo                                  | B450C        |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$ | 449936 [kPa] |

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X    | Y    | A    |
|---|------|------|------|
| 1 | 1.50 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 7.00 | 0.00 | 0.00 |

Terreno a valle del muro

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale    | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento | 0.00 | [m] |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

|             |   |
|-------------|---|
| Nr.         | Indice del terreno                                    |
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| $c$         | Coesione espressa in [kPa]                            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kPa]                 |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | $c$ | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-----|-------|
| PN/PR       | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |
| SKF         | 18.00    | 18.00      | 30.00  | 30.00    | 5.0 | 0.0   |
| RIEMPIMENTO | 19.00    | 19.00      | 35.00  | 23.33    | 0.0 | 0.0   |

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| N        | Indice dello strato  |
| H        | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| $\alpha$ | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| Kw       | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm |
| Ks       | Coefficiente di spinta   |
| Terreno  | Terreno dello strato   |

| Nr. | H    | $\alpha$ | Kw   | Ks   | Terreno |
|-----|------|----------|------|------|---------|
| 1   | 5.80 | 0.00     | 7.74 | 0.00 | PN/PR   |
| 2   | 5.00 | 0.00     | 4.23 | 0.00 | SKF     |

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

|  |  |
|--|--|
| Carichi verticali positivi verso il basso.   |  |
| Carichi orizzontali positivi verso sinistra. |  |
| Momento positivo senso antiorario.           |  |
| X  | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| $F_x$  | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]           |
| $F_v$  | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]             |
| M  | Momento espresso in [kNm]  |
| $X_i$  | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]          |
| $X_f$  | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]            |
| $Q_i$  | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]                      |
| $Q_f$  | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]                      |
| D / C  | Tipo carico : D=distribuito C=concentrato                                |

### Condizione n° 1 (qvar)

|   |         |            |            |               |               |
|---|---------|------------|------------|---------------|---------------|
| D | Profilo | $X_i=1.50$ | $X_f=7.00$ | $Q_i=20.0000$ | $Q_f=20.0000$ |
|---|---------|------------|------------|---------------|---------------|

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| F/S      | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma * \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.30     | 1.00   | 1.30            |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.10                       | 1.00                     | 1.10                              |

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| qvar                    | SFAV       | 1.50                       | 1.00                     | 1.50                              |

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| qvar                    | SFAV       | 1.50                       | 1.00                     | 1.50                              |

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| qvar                    | SFAV       | 1.50                       | 1.00                     | 1.50                              |

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| qvar                    | SFAV       | 1.50                       | 1.00                     | 1.50                              |

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Peso proprio terrapieno | FAV        | 0.90                       | 1.00                     | 0.90                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.10                       | 1.00                     | 1.10                              |
| qvar                    | SFAV       | 1.50                       | 1.00                     | 1.50                              |

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
|-------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Peso proprio muro       | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno          | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|  |            |                            |                          |                                   |
|--|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| qvar   | SFAV       | 1.30                       | 1.00                     | 1.30                              |
| <u>Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>      |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>      |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>        |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>        |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | FAV        | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u> |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u> |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | SFAV       | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.20                     | 0.20                              |
| <u>Combinazione n° 19 - Rara (SLE)</u>                                   |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| qvar   | SFAV       | 1.00                       | 0.75                     | 0.75                              |
| <u>Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)</u>                              |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| <u>Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)</u>                       |            |                            |                          |                                   |
|  | <b>S/F</b> | <b><math>\gamma</math></b> | <b><math>\Psi</math></b> | <b><math>\gamma * \Psi</math></b> |
| Peso proprio muro  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Peso proprio terrapieno  | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |
| Spinta terreno   | --         | 1.00                       | 1.00                     | 1.00                              |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

**Impostazioni verifiche SLE**

|  |   |
|--|---|
| Condizioni ambientali                      | Ordinarie   |
| Armatura ad aderenza migliorata            |   |
| <u>Verifica fessurazione</u>               |   |
| Sensibilità delle armature                 | Poco sensibile  |
| Valori limite delle aperture delle fessure | $w_1 = 0.20$<br>$w_2 = 0.30$<br>$w_3 = 0.40$<br>Circ. Min. 252 (15/10/1996)                           |
| Metodo di calcolo aperture delle fessure   |   |
| <u>Verifica delle tensioni</u>             |   |
| Combinazione di carico                     | Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$<br>Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ |

Calcolo della portanza                      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00  
Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

**Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**

Simbologia adottata

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>SCO</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>RIB</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>QLIM</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>STAB</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>SCO</sub></b> | <b>CS<sub>RIB</sub></b> | <b>CS<sub>QLIM</sub></b> | <b>CS<sub>STAB</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 2.87                    | --                      | 4.40                     | --                       |
| 2        | A1-M1 - [1] | --                               | 3.63                    | --                      | 4.08                     | --                       |
| 3        | A1-M1 - [1] | --                               | 3.38                    | --                      | 4.13                     | --                       |
| 4        | A1-M1 - [1] | --                               | 3.13                    | --                      | 4.17                     | --                       |
| 5        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 4.80                    | --                       | --                       |
| 6        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.61                     |
| 7        | A1-M1 - [2] | --                               | 2.66                    | --                      | 3.17                     | --                       |
| 8        | A1-M1 - [2] | --                               | 2.49                    | --                      | 3.01                     | --                       |
| 9        | A1-M1 - [2] | --                               | 2.30                    | --                      | 3.10                     | --                       |
| 10       | A1-M1 - [2] | --                               | 2.84                    | --                      | 3.06                     | --                       |
| 11       | EQU - [2]   | --                               | --                      | 3.32                    | --                       | --                       |
| 12       | STAB - [2]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.42                     |
| 13       | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | 2.43                    | --                      | 3.49                     | --                       |
| 14       | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | 2.39                    | --                      | 3.62                     | --                       |
| 15       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 3.71                    | --                       | --                       |
| 16       | EQU - [3]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 3.42                    | --                       | --                       |
| 17       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.42                     |
| 18       | STAB - [3]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.42                     |
| 19       | SLER - [2]  | --                               | 3.08                    | --                      | 4.38                     | --                       |
| 20       | SLEF - [2]  | --                               | 3.66                    | --                      | 5.31                     | --                       |
| 21       | SLEQ - [2]  | --                               | 3.66                    | --                      | 5.31                     | --                       |

**Analisi della spinta e verifiche**

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann  |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Bishop   |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva      |

Sisma

**Identificazione del sito**

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Latitudine  | 41.994600           |
| Longitudine | 12.723300           |
| Comune      | Guidonia Montecelio |
| Provincia   | Roma                |
| Regione     | Lazio               |

Punti di interpolazione del reticolo 28072 - 27850 - 27849 - 28071

**Tipo di opera**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria                                  |
| Vita nominale       | 50 anni  |
| Classe d'uso        | III - Affollamenti significativi e industrie non |
| pericolose          |  |
| Vita di riferimento | 75 anni  |

**Combinazioni SLU**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.64 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.45                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.24                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.82$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 2.91$           |

**Combinazioni SLE**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.73 [m/s <sup>2</sup> ]          |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                              |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                              |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.18                              |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                              |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.02$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v=0.50 * k_h = 1.01$           |

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

|  |          |
|--|----------|
| Partecipazione spinta passiva (percento) | 50.0     |
| Lunghezza del muro                       | 1.00 [m] |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Peso muro           | 141.6907 [kN]  |
| Baricentro del muro | X=0.54 Y=-4.22 |

Superficie di spinta

|  |                    |
|--|--------------------|
| Punto inferiore superficie di spinta                       | X = 3.10 Y = -5.85 |
| Punto superiore superficie di spinta                       | X = 3.10 Y = 0.00  |
| Altezza della superficie di spinta                         | 5.85 [m]           |
| Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) | 0.00 [°]           |

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| Valore della spinta statica | 103.4630 [kN] |
|-----------------------------|---------------|



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 94.9584  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.0792  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 277.6494 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 94.9584   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 460.4193  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 460.4193  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 94.9584   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.05      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 470.1096  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.65     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 22.1863   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2024.3380 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 123.59 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 106.91 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.76$   | $i_q = 0.76$   | $i_\gamma = 0.37$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.23$ | $N'_q = 14.37$ | $N'_\gamma = 6.04$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.87 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.40 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0305   | 0.2056  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1940   | 0.8225  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.5985   | 1.8507  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.3520   | 3.2901  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.5627   | 5.1408  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.3386   | 7.4028  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.7876   | 10.0760 |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 10.0179  | 13.1605 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 14.1375  | 16.6563 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 19.2545  | 20.5634 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 25.4767  | 24.8817 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 32.9125  | 29.6112 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 41.6696  | 34.7521 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 51.8563  | 40.3042 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 63.5805  | 46.2676 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 76.9503  | 52.6422 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 92.0737  | 59.4281 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 109.0588 | 66.6253 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 128.0136 | 74.2337 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 149.0417 | 82.1876 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.1908  | 6.3579  |
| 3   | 0.12 | 0.7626  | 12.7007 |
| 4   | 0.18 | 1.7146  | 19.0285 |
| 5   | 0.24 | 3.0458  | 25.3412 |
| 6   | 0.30 | 4.7552  | 31.6390 |
| 7   | 0.36 | 6.8421  | 37.9217 |
| 8   | 0.42 | 9.3055  | 44.1893 |
| 9   | 0.48 | 12.1446 | 50.4420 |
| 10  | 0.54 | 15.3583 | 56.6796 |
| 11  | 0.60 | 18.9458 | 62.9021 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |           |          |
|----|------|-----------|----------|
| 2  | 0.26 | -1.2460   | -9.6126  |
| 3  | 0.52 | -4.9362   | -18.9473 |
| 4  | 0.77 | -10.9989  | -28.0040 |
| 5  | 1.03 | -19.3624  | -36.7828 |
| 6  | 1.29 | -29.9549  | -45.2836 |
| 7  | 1.55 | -42.7048  | -53.5065 |
| 8  | 1.81 | -57.5404  | -61.4515 |
| 9  | 2.06 | -74.3899  | -69.1185 |
| 10 | 2.32 | -93.1816  | -76.5076 |
| 11 | 2.58 | -113.8439 | -83.6187 |

**COMBINAZIONE n° 2**

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 103.4630 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 94.9584  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.0792  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 360.9442 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

**Risultanti**

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 94.9584   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 586.2213  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 586.2213  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 94.9584   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.00      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 593.8624  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9.20      | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2.0325   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2394.3171 | [kN]  |

**Tensioni sul terreno**

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 145.97 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 147.50 | [kPa] |

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.81$   | $i_q = 0.81$   | $i_\gamma = 0.48$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 25.77$ | $N'_q = 15.28$ | $N'_\gamma = 7.76$ |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.63 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.08 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.6180  | 0.0343   | 0.2056  |
| 3   | 0.52 | 5.4508  | 0.2098   | 0.8225  |
| 4   | 0.77 | 8.4984  | 0.6350   | 1.8507  |
| 5   | 1.03 | 11.7608 | 1.4188   | 3.2901  |
| 6   | 1.29 | 15.2379 | 2.6697   | 5.1408  |
| 7   | 1.54 | 18.9298 | 4.4964   | 7.4028  |
| 8   | 1.80 | 22.8365 | 7.0077   | 10.0760 |
| 9   | 2.06 | 26.9580 | 10.3123  | 13.1605 |
| 10  | 2.32 | 31.2943 | 14.5187  | 16.6563 |
| 11  | 2.58 | 35.8453 | 19.7357  | 20.5634 |
| 12  | 2.83 | 40.6112 | 26.0720  | 24.8817 |
| 13  | 3.09 | 45.5918 | 33.6363  | 29.6112 |
| 14  | 3.35 | 50.7872 | 42.5373  | 34.7521 |
| 15  | 3.60 | 56.1973 | 52.8835  | 40.3042 |
| 16  | 3.86 | 61.8223 | 64.7838  | 46.2676 |
| 17  | 4.12 | 67.6620 | 78.3468  | 52.6422 |
| 18  | 4.38 | 73.7166 | 93.6812  | 59.4281 |
| 19  | 4.63 | 79.9859 | 110.8957 | 66.6253 |
| 20  | 4.89 | 86.4699 | 130.0989 | 74.2337 |
| 21  | 5.15 | 93.1688 | 151.3950 | 82.1876 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2218  | 7.3942  |
| 3   | 0.12 | 0.8873  | 14.7897 |
| 4   | 0.18 | 1.9966  | 22.1866 |
| 5   | 0.24 | 3.5498  | 29.5849 |
| 6   | 0.30 | 5.5468  | 36.9846 |
| 7   | 0.36 | 7.9879  | 44.3857 |
| 8   | 0.42 | 10.8731 | 51.7881 |
| 9   | 0.48 | 14.2025 | 59.1919 |
| 10  | 0.54 | 17.9762 | 66.5971 |
| 11  | 0.60 | 22.1942 | 74.0036 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.26 | -0.0827 | -0.6454 |
| 3  | 0.52 | -0.3352 | -1.3162 |
| 4  | 0.77 | -0.7641 | -2.0126 |
| 5  | 1.03 | -1.3759 | -2.7343 |
| 6  | 1.29 | -2.1772 | -3.4816 |
| 7  | 1.55 | -3.1746 | -4.2543 |
| 8  | 1.81 | -4.3746 | -5.0524 |
| 9  | 2.06 | -5.7838 | -5.8761 |
| 10 | 2.32 | -7.4088 | -6.7252 |
| 11 | 2.58 | -9.2562 | -7.5997 |

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 103.4630 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 94.9584  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.0792  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 360.9442 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 94.9584   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 543.7141  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 543.7141  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 94.9584   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.05     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 551.9440  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9.91      | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -25.6962  | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2247.3542 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 126.44 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 145.76 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| Coeff. capacità portante  | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| Fattori forma   | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| Fattori inclinazione  | $i_c = 0.79$   | $i_q = 0.79$   | $i_\gamma = 0.45$  |
| Fattori profondità  | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 25.32$ | $N'_q = 15.02$ | $N'_\gamma = 7.24$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.38 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.13 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0305   | 0.2056  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1940   | 0.8225  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.5985   | 1.8507  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.3520   | 3.2901  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.5627   | 5.1408  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.3386   | 7.4028  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.7876   | 10.0760 |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 10.0179  | 13.1605 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 14.1375  | 16.6563 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 19.2545  | 20.5634 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 25.4767  | 24.8817 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 32.9125  | 29.6112 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 41.6696  | 34.7521 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 51.8563  | 40.3042 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 63.5805  | 46.2676 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 76.9503  | 52.6422 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 92.0737  | 59.4281 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 109.0588 | 66.6253 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 128.0136 | 74.2337 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 149.0417 | 82.1876 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.1963  | 6.5450  |
| 3   | 0.12 | 0.7857  | 13.1074 |
| 4   | 0.18 | 1.7695  | 19.6873 |
| 5   | 0.24 | 3.1486  | 26.2845 |
| 6   | 0.30 | 4.9240  | 32.8992 |
| 7   | 0.36 | 7.0968  | 39.5312 |
| 8   | 0.42 | 9.6681  | 46.1807 |
| 9   | 0.48 | 12.6388 | 52.8476 |
| 10  | 0.54 | 16.0101 | 59.5319 |
| 11  | 0.60 | 19.7830 | 66.2336 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.26 | 0.0212   | 0.1109   |
| 3  | 0.52 | 0.0296   | -0.1000  |
| 4  | 0.77 | -0.0581  | -0.6329  |
| 5  | 1.03 | -0.3247  | -1.4877  |
| 6  | 1.29 | -0.8534  | -2.6645  |
| 7  | 1.55 | -1.7273  | -4.1631  |
| 8  | 1.81 | -3.0293  | -5.9836  |
| 9  | 2.06 | -4.8425  | -8.1261  |
| 10 | 2.32 | -7.2500  | -10.5905 |
| 11 | 2.58 | -10.3349 | -13.3767 |

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 103.4630 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 94.9584  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 41.0792  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 277.6494 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 94.9584   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 502.9265  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 502.9265  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 94.9584   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.09      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 511.8126  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10.69     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 45.8500   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2097.1464 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 143.13 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 108.65 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| Coeff. capacità portante  | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| Fattori forma   | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| Fattori inclinazione  | $i_c = 0.78$   | $i_q = 0.78$   | $i_\gamma = 0.41$  |
| Fattori profondità  | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.82$ | $N'_q = 14.72$ | $N'_\gamma = 6.69$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.13 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.17 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.6180  | 0.0343   | 0.2056  |
| 3   | 0.52 | 5.4508  | 0.2098   | 0.8225  |
| 4   | 0.77 | 8.4984  | 0.6350   | 1.8507  |
| 5   | 1.03 | 11.7608 | 1.4188   | 3.2901  |
| 6   | 1.29 | 15.2379 | 2.6697   | 5.1408  |
| 7   | 1.54 | 18.9298 | 4.4964   | 7.4028  |
| 8   | 1.80 | 22.8365 | 7.0077   | 10.0760 |
| 9   | 2.06 | 26.9580 | 10.3123  | 13.1605 |
| 10  | 2.32 | 31.2943 | 14.5187  | 16.6563 |
| 11  | 2.58 | 35.8453 | 19.7357  | 20.5634 |
| 12  | 2.83 | 40.6112 | 26.0720  | 24.8817 |
| 13  | 3.09 | 45.5918 | 33.6363  | 29.6112 |
| 14  | 3.35 | 50.7872 | 42.5373  | 34.7521 |
| 15  | 3.60 | 56.1973 | 52.8835  | 40.3042 |
| 16  | 3.86 | 61.8223 | 64.7838  | 46.2676 |
| 17  | 4.12 | 67.6620 | 78.3468  | 52.6422 |
| 18  | 4.38 | 73.7166 | 93.6812  | 59.4281 |
| 19  | 4.63 | 79.9859 | 110.8957 | 66.6253 |
| 20  | 4.89 | 86.4699 | 130.0989 | 74.2337 |
| 21  | 5.15 | 93.1688 | 151.3950 | 82.1876 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2164  | 7.2070  |
| 3   | 0.12 | 0.8642  | 14.3830 |
| 4   | 0.18 | 1.9417  | 21.5278 |
| 5   | 0.24 | 3.4469  | 28.6417 |
| 6   | 0.30 | 5.3781  | 35.7244 |
| 7   | 0.36 | 7.7332  | 42.7761 |
| 8   | 0.42 | 10.5106 | 49.7967 |
| 9   | 0.48 | 13.7082 | 56.7863 |
| 10  | 0.54 | 17.3243 | 63.7448 |
| 11  | 0.60 | 21.3570 | 70.6722 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |           |          |
|----|------|-----------|----------|
| 2  | 0.26 | -1.3499   | -10.3689 |
| 3  | 0.52 | -5.3010   | -20.1635 |
| 4  | 0.77 | -11.7049  | -29.3836 |
| 5  | 1.03 | -20.4135  | -38.0294 |
| 6  | 1.29 | -31.2787  | -46.1007 |
| 7  | 1.55 | -44.1521  | -53.5977 |
| 8  | 1.81 | -58.8857  | -60.5203 |
| 9  | 2.06 | -75.3312  | -66.8685 |
| 10 | 2.32 | -93.3404  | -72.6423 |
| 11 | 2.58 | -112.7652 | -77.8416 |

COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 109.6542 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 103.6240 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 35.8623  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.09    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.13    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 249.8845 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 103.6240 | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 413.2684 | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8505  | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 201.9495 | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 969.7950 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 413.2684 | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 103.6240 | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.14     | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagent                          | 4.00     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 426.0618 | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.08    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 57.6582  | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 4.80 |
|--|------|

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

|  |   |
|--|---|
| Le ascisse X sono considerate positive verso monte   |   |
| Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto |   |
| Origine in testa al muro (spigolo contro terra)      |   |
| W  | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$   | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c  | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b  | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u  | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Numero di cerchi analizzati | 36 |
| Numero di strisce           | 25 |

Cerchio critico

|   |        |       |      |
|---|--------|-------|------|
| Coordinate del centro X[m]=                   | -1.01  | Y[m]= | 1.01 |
| Raggio del cerchio R[m]=                      | 8.00   |       |      |
| Ascissa a valle del cerchio                   | Xi[m]= | -6.13 |      |
| Ascissa a monte del cerchio                   | Xs[m]= | 6.93  |      |
| Larghezza della striscia                      | dx[m]= | 0.52  |      |
| Coefficiente di sicurezza                     | C=     | 1.61  |      |
| Le strisce sono numerate da monte verso valle |        |       |      |

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W      | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|--------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 9.7706 | 75.15              | 9.4442        | 0.0200         | 29.26  | 0 | 0 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |         |        |         |        |       |   |   |
|----|---------|--------|---------|--------|-------|---|---|
| 2  | 24.8198 | 63.85  | 22.2801 | 0.0116 | 29.26 | 0 | 0 |
| 3  | 33.9746 | 56.24  | 28.2455 | 0.0092 | 29.26 | 0 | 0 |
| 4  | 40.9351 | 49.96  | 31.3417 | 0.0080 | 29.26 | 0 | 0 |
| 5  | 46.5598 | 44.44  | 32.5972 | 0.0072 | 29.26 | 0 | 0 |
| 6  | 51.2284 | 39.40  | 32.5133 | 0.0066 | 29.26 | 0 | 0 |
| 7  | 55.1507 | 34.70  | 31.3961 | 0.0062 | 29.26 | 0 | 0 |
| 8  | 59.8457 | 30.26  | 30.1571 | 0.0059 | 25.69 | 3 | 0 |
| 9  | 63.2544 | 26.01  | 27.7413 | 0.0057 | 24.79 | 4 | 0 |
| 10 | 65.4523 | 21.92  | 24.4289 | 0.0055 | 24.79 | 4 | 0 |
| 11 | 67.2438 | 17.93  | 20.7048 | 0.0054 | 24.79 | 4 | 0 |
| 12 | 68.6592 | 14.04  | 16.6558 | 0.0053 | 24.79 | 4 | 0 |
| 13 | 74.0057 | 10.21  | 13.1190 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 14 | 76.0280 | 6.43   | 8.5119  | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 15 | 19.8941 | 2.67   | 0.9280  | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 16 | 17.5468 | -1.07  | -0.3275 | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 17 | 17.2941 | -4.82  | -1.4523 | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 18 | 16.7166 | -8.59  | -2.4956 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 19 | 15.8066 | -12.39 | -3.3922 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 20 | 14.5515 | -16.26 | -4.0733 | 0.0053 | 24.79 | 4 | 0 |
| 21 | 12.9327 | -20.20 | -4.4650 | 0.0055 | 24.79 | 4 | 0 |
| 22 | 10.9243 | -24.24 | -4.4853 | 0.0056 | 24.79 | 4 | 0 |
| 23 | 8.4907  | -28.42 | -4.0409 | 0.0058 | 24.79 | 4 | 0 |
| 24 | 5.5295  | -32.77 | -2.9930 | 0.0061 | 29.26 | 0 | 0 |
| 25 | 1.8887  | -37.35 | -1.1458 | 0.0064 | 29.26 | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 878.5036$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 301.1940$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 433.4320$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.50$

**COMBINAZIONE n° 7**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 146.4992 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 134.4646 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 58.1488  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.62 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 408.7942 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

**Risultanti**

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 134.4646  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 608.6337  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 608.6337  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 134.4646  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.05      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 623.3103  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12.46     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 27.8775   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1930.0082 | [kN]  |

**Tensioni sul terreno**

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 162.83 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 141.87 | [kPa] |

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

|                                 |               |               |                    |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 30.14$ | $N_q = 18.40$ | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.74$  | $i_q = 0.74$  | $i_\gamma = 0.34$  |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.06$  | $d_q = 1.03$  | $d_\gamma = 1.03$  |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 23.73$$

$$N'_q = 14.07$$

$$N'_\gamma = 5.52$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.66

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.17

## Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 7**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0305   | 0.2056   |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1940   | 0.8225   |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.5985   | 1.8507   |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.3520   | 3.2901   |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.5627   | 5.1408   |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.3393   | 7.4232   |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.8232   | 10.4326  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 10.2692  | 14.5931  |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 14.9443  | 19.5574  |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 21.0082  | 25.0318  |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 28.5910  | 30.9904  |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 37.8169  | 37.4151  |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 48.8064  | 44.2931  |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 61.6772  | 51.6152  |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 76.5448  | 59.3747  |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 93.5232  | 67.5664  |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 112.7254 | 76.1863  |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 134.2634 | 85.2316  |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 158.2486 | 94.6998  |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 184.7870 | 104.5219 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 7**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2614  | 8.7103  |
| 3   | 0.12 | 1.0449  | 17.4017 |
| 4   | 0.18 | 2.3492  | 26.0742 |
| 5   | 0.24 | 4.1734  | 34.7279 |
| 6   | 0.30 | 6.5162  | 43.3626 |
| 7   | 0.36 | 9.3765  | 51.9785 |
| 8   | 0.42 | 12.7532 | 60.5755 |
| 9   | 0.48 | 16.6452 | 69.1535 |
| 10  | 0.54 | 21.0513 | 77.7127 |
| 11  | 0.60 | 25.9704 | 86.2530 |

## Sollecitazioni fondazione di monte



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

**Combinazione n° 7**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M        | T        |
|-----|------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | -1.0778  | -8.2972  |
| 3   | 0.52 | -4.2513  | -16.2451 |
| 4   | 0.77 | -9.4303  | -23.8438 |
| 5   | 1.03 | -16.5247 | -31.0933 |
| 6   | 1.29 | -25.4444 | -37.9935 |
| 7   | 1.55 | -36.0993 | -44.5445 |
| 8   | 1.81 | -47.7315 | -44.4162 |
| 9   | 2.06 | -58.9549 | -42.5287 |
| 10  | 2.32 | -69.6463 | -40.2920 |
| 11  | 2.58 | -79.7155 | -37.7060 |

**COMBINAZIONE n° 8**

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 146.4992 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 134.4646 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 58.1488  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.62 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 325.4994 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

**Risultanti**

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 134.4646  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 567.8461  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 567.8461  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 134.4646  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.18      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 583.5494  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 13.32     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 99.4237   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1708.7566 | [kN]  |

**Tensioni sul terreno**

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 179.52 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 104.76 | [kPa] |

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.73$   | $i_q = 0.73$   | $i_\gamma = 0.31$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 23.21$ | $N'_q = 13.76$ | $N'_\gamma = 4.99$ |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.49 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.01 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | 2.6180  | 0.0343   | 0.2056   |
| 3   | 0.52 | 5.4508  | 0.2098   | 0.8225   |
| 4   | 0.77 | 8.4984  | 0.6350   | 1.8507   |
| 5   | 1.03 | 11.7608 | 1.4188   | 3.2901   |
| 6   | 1.29 | 15.2379 | 2.6697   | 5.1408   |
| 7   | 1.54 | 18.9298 | 4.4971   | 7.4232   |
| 8   | 1.80 | 22.8365 | 7.0433   | 10.4326  |
| 9   | 2.06 | 26.9580 | 10.5636  | 14.5931  |
| 10  | 2.32 | 31.2943 | 15.3254  | 19.5574  |
| 11  | 2.58 | 35.8453 | 21.4895  | 25.0318  |
| 12  | 2.83 | 40.6112 | 29.1863  | 30.9904  |
| 13  | 3.09 | 45.5918 | 38.5408  | 37.4151  |
| 14  | 3.35 | 50.7872 | 49.6741  | 44.2931  |
| 15  | 3.60 | 56.1973 | 62.7044  | 51.6152  |
| 16  | 3.86 | 61.8223 | 77.7481  | 59.3747  |
| 17  | 4.12 | 67.6620 | 94.9197  | 67.5664  |
| 18  | 4.38 | 73.7166 | 114.3329 | 76.1863  |
| 19  | 4.63 | 79.9859 | 136.1002 | 85.2316  |
| 20  | 4.89 | 86.4699 | 160.3338 | 94.6998  |
| 21  | 5.15 | 93.1688 | 187.1404 | 104.5219 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2815  | 9.3723  |
| 3   | 0.12 | 1.1233  | 18.6772 |
| 4   | 0.18 | 2.5214  | 27.9148 |
| 5   | 0.24 | 4.4718  | 37.0850 |
| 6   | 0.30 | 6.9703  | 46.1879 |
| 7   | 0.36 | 10.0130 | 55.2234 |
| 8   | 0.42 | 13.5957 | 64.1915 |
| 9   | 0.48 | 17.7146 | 73.0923 |
| 10  | 0.54 | 22.3655 | 81.9257 |
| 11  | 0.60 | 27.5443 | 90.6917 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |           |           |
|----|------|-----------|-----------|
| 2  | 0.26 | -2.4490   | -18.7770  |
| 3  | 0.52 | -9.5818   | -36.3085  |
| 4  | 0.77 | -21.0771  | -52.5945  |
| 5  | 1.03 | -36.6135  | -67.6349  |
| 6  | 1.29 | -55.8696  | -81.4298  |
| 7  | 1.55 | -78.5241  | -93.9791  |
| 8  | 1.81 | -103.5879 | -98.9529  |
| 9  | 2.06 | -129.4436 | -101.2711 |
| 10 | 2.32 | -155.7366 | -102.3438 |
| 11 | 2.58 | -182.1458 | -102.1709 |

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 146.4992 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 134.4646 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 58.1488  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.62 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 325.4994 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 134.4646  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 525.3389  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 525.3389  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 134.4646  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.14      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 542.2745  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14.36     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 75.7600   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1628.9808 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 159.98 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 103.02 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.71$   | $i_q = 0.71$   | $i_\gamma = 0.27$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.58$ | $N'_q = 13.39$ | $N'_\gamma = 4.39$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.30 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.10 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0305   | 0.2056   |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1940   | 0.8225   |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.5985   | 1.8507   |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.3520   | 3.2901   |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.5627   | 5.1408   |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.3393   | 7.4232   |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.8232   | 10.4326  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 10.2692  | 14.5931  |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 14.9443  | 19.5574  |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 21.0082  | 25.0318  |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 28.5910  | 30.9904  |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 37.8169  | 37.4151  |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 48.8064  | 44.2931  |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 61.6772  | 51.6152  |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 76.5448  | 59.3747  |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 93.5232  | 67.5664  |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 112.7254 | 76.1863  |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 134.2634 | 85.2316  |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 158.2486 | 94.6998  |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 184.7870 | 104.5219 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2560  | 8.5231  |
| 3   | 0.12 | 1.0218  | 16.9950 |
| 4   | 0.18 | 2.2943  | 25.4155 |
| 5   | 0.24 | 4.0706  | 33.7846 |
| 6   | 0.30 | 6.3474  | 42.1024 |
| 7   | 0.36 | 9.1218  | 50.3689 |
| 8   | 0.42 | 12.3907 | 58.5841 |
| 9   | 0.48 | 16.1509 | 66.7479 |
| 10  | 0.54 | 20.3994 | 74.8604 |
| 11  | 0.60 | 25.1331 | 82.9216 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |           |           |
|----|------|-----------|-----------|
| 2  | 0.26 | -2.3451   | -18.0207  |
| 3  | 0.52 | -9.2171   | -35.0923  |
| 4  | 0.77 | -20.3711  | -51.2149  |
| 5  | 1.03 | -35.5623  | -66.3883  |
| 6  | 1.29 | -54.5459  | -80.6126  |
| 7  | 1.55 | -77.0768  | -93.8879  |
| 8  | 1.81 | -102.2426 | -99.8841  |
| 9  | 2.06 | -128.5022 | -103.5211 |
| 10 | 2.32 | -155.5778 | -106.2091 |
| 11 | 2.58 | -183.2245 | -107.9479 |

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 146.4992 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 134.4646 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 58.1488  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.62 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 408.7942 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 134.4646  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 651.1409  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 651.1409  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 134.4646  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.08      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 664.8798  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11.67     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 51.5412   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 1990.4386 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 182.37 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 143.61 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| Coeff. capacità portante  | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| Fattori forma   | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| Fattori inclinazione  | $i_c = 0.76$   | $i_q = 0.76$   | $i_\gamma = 0.37$  |
| Fattori profondità  | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.22$ | $N'_q = 14.36$ | $N'_\gamma = 6.03$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.84 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.06 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T        |
|-----|------|---------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | 2.6180  | 0.0343   | 0.2056   |
| 3   | 0.52 | 5.4508  | 0.2098   | 0.8225   |
| 4   | 0.77 | 8.4984  | 0.6350   | 1.8507   |
| 5   | 1.03 | 11.7608 | 1.4188   | 3.2901   |
| 6   | 1.29 | 15.2379 | 2.6697   | 5.1408   |
| 7   | 1.54 | 18.9298 | 4.4971   | 7.4232   |
| 8   | 1.80 | 22.8365 | 7.0433   | 10.4326  |
| 9   | 2.06 | 26.9580 | 10.5636  | 14.5931  |
| 10  | 2.32 | 31.2943 | 15.3254  | 19.5574  |
| 11  | 2.58 | 35.8453 | 21.4895  | 25.0318  |
| 12  | 2.83 | 40.6112 | 29.1863  | 30.9904  |
| 13  | 3.09 | 45.5918 | 38.5408  | 37.4151  |
| 14  | 3.35 | 50.7872 | 49.6741  | 44.2931  |
| 15  | 3.60 | 56.1973 | 62.7044  | 51.6152  |
| 16  | 3.86 | 61.8223 | 77.7481  | 59.3747  |
| 17  | 4.12 | 67.6620 | 94.9197  | 67.5664  |
| 18  | 4.38 | 73.7166 | 114.3329 | 76.1863  |
| 19  | 4.63 | 79.9859 | 136.1002 | 85.2316  |
| 20  | 4.89 | 86.4699 | 160.3338 | 94.6998  |
| 21  | 5.15 | 93.1688 | 187.1404 | 104.5219 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2870  | 9.5595  |
| 3   | 0.12 | 1.1464  | 19.0840 |
| 4   | 0.18 | 2.5763  | 28.5736 |
| 5   | 0.24 | 4.5746  | 38.0283 |
| 6   | 0.30 | 7.1390  | 47.4481 |
| 7   | 0.36 | 10.2676 | 56.8329 |
| 8   | 0.42 | 13.9583 | 66.1829 |
| 9   | 0.48 | 18.2089 | 75.4979 |
| 10  | 0.54 | 23.0173 | 84.7780 |
| 11  | 0.60 | 28.3815 | 94.0231 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.26 | -1.1818  | -9.0535  |
| 3  | 0.52 | -4.6161  | -17.4613 |
| 4  | 0.77 | -10.1363 | -25.2234 |
| 5  | 1.03 | -17.5758 | -32.3399 |
| 6  | 1.29 | -26.7681 | -38.8106 |
| 7  | 1.55 | -37.5466 | -44.6357 |
| 8  | 1.81 | -49.0768 | -43.4850 |
| 9  | 2.06 | -59.8962 | -40.2787 |
| 10 | 2.32 | -69.8051 | -36.4267 |
| 11 | 2.58 | -78.6368 | -31.9289 |

COMBINAZIONE n° 11

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 163.4422 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 154.4616 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 53.4316  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.58 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.08    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.82    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 297.7345 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 154.4616  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 478.6877  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -4.8505   | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 350.5509  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 1163.0718 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 478.6877  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 154.4616  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.30      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagent                          | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 502.9914  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17.88     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 143.6580  | [kNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.32 |
|--|------|

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 12

|  |   |
|--|---|
| Le ascisse X sono considerate positive verso monte   |   |
| Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto |   |
| Origine in testa al muro (spigolo contro terra)      |   |
| W  | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$   | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c  | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b  | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u  | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

Metodo di Bishop

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Numero di cerchi analizzati | 36 |
| Numero di strisce           | 25 |

Cerchio critico

|   |        |       |      |
|---|--------|-------|------|
| Coordinate del centro X[m]=                   | -1.01  | Y[m]= | 1.01 |
| Raggio del cerchio R[m]=                      | 8.00   |       |      |
| Ascissa a valle del cerchio                   | Xi[m]= | -6.13 |      |
| Ascissa a monte del cerchio                   | Xs[m]= | 6.93  |      |
| Larghezza della striscia                      | dx[m]= | 0.52  |      |
| Coefficiente di sicurezza                     | C=     | 1.42  |      |
| Le strisce sono numerate da monte verso valle |        |       |      |

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W \sin \alpha$ | $b / \cos \alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|-----------------|-------------------|--------|---|---|
| 1        | 23.3493 | 75.15              | 22.5691         | 0.0200            | 29.26  | 0 | 0 |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |         |        |         |        |       |   |   |
|----|---------|--------|---------|--------|-------|---|---|
| 2  | 38.3984 | 63.85  | 34.4693 | 0.0116 | 29.26 | 0 | 0 |
| 3  | 47.5532 | 56.24  | 39.5343 | 0.0092 | 29.26 | 0 | 0 |
| 4  | 54.5137 | 49.96  | 41.7381 | 0.0080 | 29.26 | 0 | 0 |
| 5  | 60.1384 | 44.44  | 42.1037 | 0.0072 | 29.26 | 0 | 0 |
| 6  | 64.8070 | 39.40  | 41.1313 | 0.0066 | 29.26 | 0 | 0 |
| 7  | 68.7293 | 34.70  | 39.1261 | 0.0062 | 29.26 | 0 | 0 |
| 8  | 73.4243 | 30.26  | 36.9995 | 0.0059 | 25.69 | 3 | 0 |
| 9  | 76.8330 | 26.01  | 33.6964 | 0.0057 | 24.79 | 4 | 0 |
| 10 | 79.0309 | 21.92  | 29.4969 | 0.0055 | 24.79 | 4 | 0 |
| 11 | 72.6666 | 17.93  | 22.3745 | 0.0054 | 24.79 | 4 | 0 |
| 12 | 68.6592 | 14.04  | 16.6558 | 0.0053 | 24.79 | 4 | 0 |
| 13 | 74.0057 | 10.21  | 13.1190 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 14 | 76.0280 | 6.43   | 8.5119  | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 15 | 19.8941 | 2.67   | 0.9280  | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 16 | 17.5468 | -1.07  | -0.3275 | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 17 | 17.2941 | -4.82  | -1.4523 | 0.0051 | 24.79 | 4 | 0 |
| 18 | 16.7166 | -8.59  | -2.4956 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 19 | 15.8066 | -12.39 | -3.3922 | 0.0052 | 24.79 | 4 | 0 |
| 20 | 14.5515 | -16.26 | -4.0733 | 0.0053 | 24.79 | 4 | 0 |
| 21 | 12.9327 | -20.20 | -4.4650 | 0.0055 | 24.79 | 4 | 0 |
| 22 | 10.9243 | -24.24 | -4.4853 | 0.0056 | 24.79 | 4 | 0 |
| 23 | 8.4907  | -28.42 | -4.0409 | 0.0058 | 24.79 | 4 | 0 |
| 24 | 5.5295  | -32.77 | -2.9930 | 0.0061 | 29.26 | 0 | 0 |
| 25 | 1.8887  | -37.35 | -1.1458 | 0.0064 | 29.26 | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 1019.7124$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 393.5831$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 508.2556$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.50$

COMBINAZIONE n° 13

|  |           |       |           |     |
|--|-----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 85.2073   | [kN]  |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 78.2056   | [kN]  |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 33.8254   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10  | [m]   | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39     | [°]   |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34     | [°]   |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 14.4279   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 3.10  | [m]   | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.72     | [°]   |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 284.0294  | [kN]  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67  | [m]   | Y = -2.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.2418    | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 4.1209    | [kN]  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 16.5213   | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 8.2606    | [kN]  |           |     |
| <b>Risultanti</b>  |           |       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 116.2110  | [kN]  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 477.6545  | [kN]  |           |     |
| Resistenza passiva a valle del muro                          | -6.6150   | [kN]  |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione            | 477.6545  | [kN]  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione        | 116.2110  | [kN]  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione         | 0.18      | [m]   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 4.00      | [m]   |           |     |
| Risultante in fondazione                                     | 491.5881  | [kN]  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)        | 13.67     | [°]   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione              | 87.3021   | [kNm] |           |     |
| Carico ultimo della fondazione                               | 1664.7377 | [kN]  |           |     |
| <b>Tensioni sul terreno</b>                                  |           |       |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 4.00      | [m]   |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle                       | 152.38    | [kPa] |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte                       | 86.74     | [kPa] |           |     |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.72$   | $i_q = 0.72$   | $i_\gamma = 0.30$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.99$ | $N'_q = 13.64$ | $N'_\gamma = 4.78$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.43 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.49 |

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0435   | 0.3006  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.2399   | 0.9779  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.6885   | 2.0317  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.4882   | 3.4622  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.7384   | 5.2692  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.5379   | 7.4529  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.9861   | 10.0132 |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 10.1838  | 12.9769 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 14.2493  | 16.4418 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 19.3162  | 20.3935 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 25.4994  | 24.7425 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 32.8999  | 29.4721 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 41.6179  | 34.5811 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 51.7529  | 40.0689 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 63.4047  | 45.9348 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 76.6727  | 52.1786 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 91.6563  | 58.8000 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 108.4548 | 65.7988 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 127.1676 | 73.1747 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 147.8898 | 80.8690 |

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2422  | 8.0634  |
| 3   | 0.12 | 0.9664  | 16.0677 |
| 4   | 0.18 | 2.1691  | 24.0128 |
| 5   | 0.24 | 3.8468  | 31.8988 |
| 6   | 0.30 | 5.9958  | 39.7256 |
| 7   | 0.36 | 8.6127  | 47.4933 |
| 8   | 0.42 | 11.6938 | 55.2018 |
| 9   | 0.48 | 15.2357 | 62.8512 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 10 | 0.54 | 19.2348 | 70.4414 |
| 11 | 0.60 | 23.6875 | 77.9725 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M        | T        |
|-----|------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | -1.0382  | -7.8658  |
| 3   | 0.52 | -3.9647  | -14.6379 |
| 4   | 0.77 | -8.4973  | -20.3164 |
| 5   | 1.03 | -14.3539 | -24.9011 |
| 6   | 1.29 | -21.2522 | -28.3922 |
| 7   | 1.55 | -28.9102 | -30.7895 |
| 8   | 1.81 | -36.9565 | -31.2492 |
| 9   | 2.06 | -44.9363 | -30.4272 |
| 10  | 2.32 | -52.5629 | -28.5114 |
| 11  | 2.58 | -59.5541 | -25.5020 |

### COMBINAZIONE n° 14

|  |           |       |           |     |
|--|-----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 85.2073   | [kN]  |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 78.2056   | [kN]  |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 33.8254   | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10  | [m]   | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39     | [°]   |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34     | [°]   |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 9.4761    | [kN]  |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 3.10  | [m]   | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 51.72     | [°]   |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 284.0294  | [kN]  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67  | [m]   | Y = -2.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.2418    | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -4.1209   | [kN]  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 16.5213   | [kN]  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -8.2606   | [kN]  |           |     |
| <b>Risultanti</b>  |           |       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale         | 111.6661  | [kN]  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale           | 450.9258  | [kN]  |           |     |
| Resistenza passiva a valle del muro                          | -6.6150   | [kN]  |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione            | 450.9258  | [kN]  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione        | 111.6661  | [kN]  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione         | 0.19      | [m]   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 4.00      | [m]   |           |     |
| Risultante in fondazione                                     | 464.5464  | [kN]  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)        | 13.91     | [°]   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione              | 86.9770   | [kNm] |           |     |
| Carico ultimo della fondazione                               | 1631.3989 | [kN]  |           |     |
| <b>Tensioni sul terreno</b>                                  |           |       |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                                | 4.00      | [m]   |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle                       | 145.57    | [kPa] |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte                       | 80.17     | [kPa] |           |     |

### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$N_c = 30.14$

$N_q = 18.40$

$N_\gamma = 15.67$



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.71$   | $i_q = 0.71$   | $i_\gamma = 0.29$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 22.85$ | $N'_q = 13.55$ | $N'_\gamma = 4.64$ |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 2.39 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 3.62 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 14

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0427   | 0.2915  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.2336   | 0.9414  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.6673   | 1.9497  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.4381   | 3.3163  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.6405   | 5.0413  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 4.3689   | 7.1246  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 6.7176   | 9.5664  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 9.7830   | 12.3920 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 13.6776  | 15.6944 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 18.5285  | 19.4599 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 24.4451  | 23.6033 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 31.5239  | 28.1089 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 39.8600  | 32.9757 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 49.5485  | 38.2028 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 60.6843  | 43.7897 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 73.3620  | 49.7362 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 87.6765  | 56.0421 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 103.7222 | 62.7070 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 121.5939 | 69.7309 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 141.3823 | 77.0577 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2299  | 7.6548  |
| 3   | 0.12 | 0.9174  | 15.2506 |
| 4   | 0.18 | 2.0588  | 22.7875 |
| 5   | 0.24 | 3.6507  | 30.2655 |
| 6   | 0.30 | 5.6895  | 37.6845 |
| 7   | 0.36 | 8.1717  | 45.0447 |
| 8   | 0.42 | 11.0937 | 52.3459 |
| 9   | 0.48 | 14.4520 | 59.5881 |
| 10  | 0.54 | 18.2431 | 66.7714 |
| 11  | 0.60 | 22.4634 | 73.8958 |

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |          |          |
|----|------|----------|----------|
| 2  | 0.26 | -1.2570  | -9.5625  |
| 3  | 0.52 | -4.8405  | -18.0354 |
| 4  | 0.77 | -10.4695 | -25.4186 |
| 5  | 1.03 | -17.8628 | -31.7122 |
| 6  | 1.29 | -26.7393 | -36.9162 |
| 7  | 1.55 | -36.8179 | -41.0306 |
| 8  | 1.81 | -47.7284 | -43.2114 |
| 9  | 2.06 | -59.0169 | -44.1146 |
| 10 | 2.32 | -70.3978 | -43.9281 |
| 11 | 2.58 | -81.5900 | -42.6520 |

COMBINAZIONE n° 15

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 106.7697 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 100.8998 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 34.9142  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.09    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.82    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 15.7312  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.63    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 284.0294 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.2418   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 4.1209   | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 16.5213  | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 8.2606   | [kN] |           |     |

Risultanti

|   |           |       |  |  |
|---|-----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 140.5292  | [kN]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 478.1599  | [kN]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.3895   | [kN]  |  |  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 302.1989  | [kNm] |  |  |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 1121.9926 | [kNm] |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 478.1599  | [kN]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 140.5292  | [kN]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.28      | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 498.3828  | [kN]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16.38     | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 135.3309  | [kNm] |  |  |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.71 |
|--|------|

COMBINAZIONE n° 16

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 106.7697 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 100.8998 | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 34.9142  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19.09    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.82    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 9.5389   | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.83 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 49.45    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 284.0294 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |
| Inerzia del muro   | 8.2418   | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -4.1209  | [kN] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 16.5213  | [kN] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | -8.2606  | [kN] |           |     |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

**Risultanti**

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 134.6774  | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 451.3720  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -5.3895   | [kN]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 317.5894  | [kNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 1086.7165 | [kNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 451.3720  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 134.6774  | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.29      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 471.0358  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16.61     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 132.4886  | [kNm] |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.42 |
|--|------|

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 17**

|  |   |
|--|---|
| Le ascisse X sono considerate positive verso monte   |   |
| Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto |   |
| Origine in testa al muro (spigolo contro terra)      |   |
| W  | peso della striscia espresso in [kN]  |
| $\alpha$   | angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) |
| $\phi$   | angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia                               |
| c  | coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]                     |
| b  | larghezza della striscia espressa in [m]  |
| u  | pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]                         |

**Metodo di Bishop**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Numero di cerchi analizzati | 36 |
| Numero di strisce           | 25 |

**Cerchio critico**

|                                    |       |       |      |
|------------------------------------|-------|-------|------|
| Coordinate del centro X[m]=        | -1.01 | Y[m]= | 1.52 |
| Raggio del cerchio R[m]=           | 8.44  |       |      |
| Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= | -6.20 |       |      |
| Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= | 7.30  |       |      |
| Larghezza della striscia dx[m]=    | 0.54  |       |      |
| Coefficiente di sicurezza C=       | 1.42  |       |      |

Le strisce sono numerate da monte verso valle

**Caratteristiche delle strisce**

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|---|---|
| 1        | 10.0708 | 73.07              | 9.6343        | 0.0182         | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 25.7742 | 62.98              | 22.9615       | 0.0117         | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 35.2598 | 55.69              | 29.1258       | 0.0094         | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 42.5706 | 49.61              | 32.4250       | 0.0082         | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 48.5188 | 44.23              | 33.8411       | 0.0074         | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 53.4787 | 39.30              | 33.8720       | 0.0068         | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 57.6612 | 34.70              | 32.8268       | 0.0064         | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 61.6834 | 30.35              | 31.1664       | 0.0061         | 27.64  | 1 | 0 |
| 9        | 66.3296 | 26.18              | 29.2673       | 0.0059         | 24.79  | 4 | 0 |
| 10       | 68.7012 | 22.16              | 25.9160       | 0.0057         | 24.79  | 4 | 0 |
| 11       | 70.0755 | 18.25              | 21.9493       | 0.0056         | 24.79  | 4 | 0 |
| 12       | 70.0336 | 14.43              | 17.4541       | 0.0055         | 24.79  | 4 | 0 |
| 13       | 72.9334 | 10.67              | 13.5094       | 0.0054         | 24.79  | 4 | 0 |
| 14       | 86.7551 | 6.96               | 10.5179       | 0.0053         | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 24.8435 | 3.28               | 1.4222        | 0.0053         | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 17.9434 | -0.39              | -0.1210       | 0.0053         | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 17.2828 | -4.06              | -1.2225       | 0.0053         | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 16.7403 | -7.74              | -2.2553       | 0.0053         | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 15.8520 | -11.46             | -3.1501       | 0.0054         | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 14.6063 | -15.23             | -3.8373       | 0.0055         | 24.79  | 4 | 0 |
| 21       | 12.9857 | -19.07             | -4.2426       | 0.0056         | 24.79  | 4 | 0 |
| 22       | 10.9661 | -23.00             | -4.2847       | 0.0058         | 24.79  | 4 | 0 |
| 23       | 8.5140  | -27.05             | -3.8716       | 0.0059         | 24.79  | 4 | 0 |
| 24       | 5.5214  | -31.25             | -2.8643       | 0.0062         | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 1.8587  | -35.65             | -1.0833       | 0.0065         | 29.26  | 0 | 0 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

$\Sigma W_i = 916.9602$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 318.9567$  [kN]  
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 454.9249$  [kN]  
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.32$

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36  
 Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.01 Y[m]= 1.52  
 Raggio del cerchio R[m]= 8.44  
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.20  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.30  
 Larghezza della striscia dx[m]= 0.54  
 Coefficiente di sicurezza C= 1.42  
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

#### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W \sin \alpha$ | $b / \cos \alpha$ | $\phi$ | c | u |
|----------|---------|--------------------|-----------------|-------------------|--------|---|---|
| 1        | 10.0708 | 73.07              | 9.6343          | 0.0182            | 29.26  | 0 | 0 |
| 2        | 25.7742 | 62.98              | 22.9615         | 0.0117            | 29.26  | 0 | 0 |
| 3        | 35.2598 | 55.69              | 29.1258         | 0.0094            | 29.26  | 0 | 0 |
| 4        | 42.5706 | 49.61              | 32.4250         | 0.0082            | 29.26  | 0 | 0 |
| 5        | 48.5188 | 44.23              | 33.8411         | 0.0074            | 29.26  | 0 | 0 |
| 6        | 53.4787 | 39.30              | 33.8720         | 0.0068            | 29.26  | 0 | 0 |
| 7        | 57.6612 | 34.70              | 32.8268         | 0.0064            | 29.26  | 0 | 0 |
| 8        | 61.6834 | 30.35              | 31.1664         | 0.0061            | 27.64  | 1 | 0 |
| 9        | 66.3296 | 26.18              | 29.2673         | 0.0059            | 24.79  | 4 | 0 |
| 10       | 68.7012 | 22.16              | 25.9160         | 0.0057            | 24.79  | 4 | 0 |
| 11       | 70.0755 | 18.25              | 21.9493         | 0.0056            | 24.79  | 4 | 0 |
| 12       | 70.0336 | 14.43              | 17.4541         | 0.0055            | 24.79  | 4 | 0 |
| 13       | 72.9334 | 10.67              | 13.5094         | 0.0054            | 24.79  | 4 | 0 |
| 14       | 86.7551 | 6.96               | 10.5179         | 0.0053            | 24.79  | 4 | 0 |
| 15       | 24.8435 | 3.28               | 1.4222          | 0.0053            | 24.79  | 4 | 0 |
| 16       | 17.9434 | -0.39              | -0.1210         | 0.0053            | 24.79  | 4 | 0 |
| 17       | 17.2828 | -4.06              | -1.2225         | 0.0053            | 24.79  | 4 | 0 |
| 18       | 16.7403 | -7.74              | -2.2553         | 0.0053            | 24.79  | 4 | 0 |
| 19       | 15.8520 | -11.46             | -3.1501         | 0.0054            | 24.79  | 4 | 0 |
| 20       | 14.6063 | -15.23             | -3.8373         | 0.0055            | 24.79  | 4 | 0 |
| 21       | 12.9857 | -19.07             | -4.2426         | 0.0056            | 24.79  | 4 | 0 |
| 22       | 10.9661 | -23.00             | -4.2847         | 0.0058            | 24.79  | 4 | 0 |
| 23       | 8.5140  | -27.05             | -3.8716         | 0.0059            | 24.79  | 4 | 0 |
| 24       | 5.5214  | -31.25             | -2.8643         | 0.0062            | 29.26  | 0 | 0 |
| 25       | 1.8587  | -35.65             | -1.0833         | 0.0065            | 29.26  | 0 | 0 |

$\Sigma W_i = 916.9602$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 318.9567$  [kN]  
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 454.9249$  [kN]  
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.32$





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

COMBINAZIONE n° 19

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 100.9872 | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 92.6913  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 40.0842  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.69 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 301.5744 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 92.6913   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 483.3493  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 483.3493  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 92.6913   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.05      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 492.1567  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10.86     | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | 25.3139   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2119.0880 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 130.51 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 111.47 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.77$   | $i_q = 0.77$   | $i_\gamma = 0.41$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 24.72$ | $N'_q = 14.66$ | $N'_\gamma = 6.57$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.08 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 4.38 |

**Sollecitazioni paramento**

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0264  | 0.1582  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1614  | 0.6327  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.4885  | 1.4236  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.0914  | 2.5309  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.0536  | 3.9545  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 3.4588  | 5.6945  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 5.3936  | 7.8092  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 7.9928  | 10.5867 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 11.4375 | 13.9994 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 15.8594 | 17.8127 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 21.3549 | 21.9762 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 28.0151 | 26.4809 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 35.9291 | 31.3209 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |      |         |          |         |
|----|------|---------|----------|---------|
| 15 | 3.60 | 43.2287 | 45.1849  | 36.4916 |
| 16 | 3.86 | 47.5556 | 55.8694  | 41.9902 |
| 17 | 4.12 | 52.0477 | 68.0687  | 47.8141 |
| 18 | 4.38 | 56.7050 | 81.8686  | 53.9616 |
| 19 | 4.63 | 61.5276 | 97.3543  | 60.4314 |
| 20 | 4.89 | 66.5153 | 114.6109 | 67.2224 |
| 21 | 5.15 | 71.6683 | 133.7196 | 74.2827 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 19**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.2032  | 6.7717  |
| 3   | 0.12 | 0.8123  | 13.5263 |
| 4   | 0.18 | 1.8261  | 20.2637 |
| 5   | 0.24 | 3.2436  | 26.9840 |
| 6   | 0.30 | 5.0638  | 33.6871 |
| 7   | 0.36 | 7.2857  | 40.3731 |
| 8   | 0.42 | 9.9082  | 47.0419 |
| 9   | 0.48 | 12.9304 | 53.6936 |
| 10  | 0.54 | 16.3511 | 60.3281 |
| 11  | 0.60 | 20.1694 | 66.9455 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 19**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M        | T        |
|-----|------|----------|----------|
| 1   | 0.00 | 0.0000   | 0.0000   |
| 2   | 0.26 | -0.6147  | -4.7119  |
| 3   | 0.52 | -2.4041  | -9.1068  |
| 4   | 0.77 | -5.2865  | -13.1845 |
| 5   | 1.03 | -9.1800  | -16.9450 |
| 6   | 1.29 | -14.0028 | -20.3885 |
| 7   | 1.55 | -19.6732 | -23.5148 |
| 8   | 1.81 | -25.7753 | -23.1590 |
| 9   | 2.06 | -31.5794 | -21.7811 |
| 10  | 2.32 | -36.9871 | -20.0861 |
| 11  | 2.58 | -41.9166 | -18.0739 |

**COMBINAZIONE n° 20**

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 79.4691  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 72.9381  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 31.5495  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 277.6494 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

**Risultanti**



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 72.9381   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 450.8895  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 450.8895  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 72.9381   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.00      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 456.7509  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9.19      | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -1.4730   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2396.2530 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 112.31 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 113.42 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.81$   | $i_q = 0.81$   | $i_\gamma = 0.48$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 25.77$ | $N'_q = 15.29$ | $N'_\gamma = 7.77$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.66 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.31 |

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 20**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0264   | 0.1582  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1614   | 0.6327  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.4885   | 1.4236  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.0914   | 2.5309  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.0536   | 3.9545  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 3.4588   | 5.6945  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 5.3906   | 7.7508  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 7.9325   | 10.1235 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 11.1682  | 12.8126 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 15.1813  | 15.8180 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 20.0554  | 19.1397 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 25.8741  | 22.7779 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 32.7210  | 26.7324 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 40.6796  | 31.0032 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 49.8337  | 35.5904 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 60.2668  | 40.4940 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 72.0625  | 45.7139 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 85.3044  | 51.2502 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 100.0761 | 57.1029 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 116.4577 | 63.2213 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 20**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.1707  | 5.6891  |
| 3   | 0.12 | 0.6827  | 11.3792 |
| 4   | 0.18 | 1.5362  | 17.0702 |
| 5   | 0.24 | 2.7312  | 22.7623 |
| 6   | 0.30 | 4.2677  | 28.4554 |
| 7   | 0.36 | 6.1458  | 34.1495 |
| 8   | 0.42 | 8.3656  | 39.8445 |
| 9   | 0.48 | 10.9272 | 45.5406 |
| 10  | 0.54 | 13.8305 | 51.2377 |
| 11  | 0.60 | 17.0757 | 56.9357 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 20**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.26 | -0.0651 | -0.5079 |
| 3  | 0.52 | -0.2637 | -1.0342 |
| 4  | 0.77 | -0.6004 | -1.5790 |
| 5  | 1.03 | -1.0800 | -2.1423 |
| 6  | 1.29 | -1.7074 | -2.7240 |
| 7  | 1.55 | -2.4872 | -3.3241 |
| 8  | 1.81 | -3.4242 | -3.9427 |
| 9  | 2.06 | -4.5232 | -4.5798 |
| 10 | 2.32 | -5.7890 | -5.2353 |
| 11 | 2.58 | -7.2262 | -5.9093 |

COMBINAZIONE n° 21

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 79.4691  | [kN] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 72.9381  | [kN] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 31.5495  | [kN] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 3.10 | [m]  | Y = -3.90 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23.39    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 54.34    | [°]  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 277.6494 | [kN] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 1.67 | [m]  | Y = -2.50 | [m] |

Risultanti

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 72.9381   | [kN]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 450.8895  | [kN]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -6.6150   | [kN]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 450.8895  | [kN]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 72.9381   | [kN]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | 0.00      | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.00      | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 456.7509  | [kN]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9.19      | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -1.4730   | [kNm] |
| Carico ultimo della fondazione                        | 2396.2530 | [kN]  |

Tensioni sul terreno

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.00   | [m]   |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 112.31 | [kPa] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 113.42 | [kPa] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |                |                |                    |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 30.14$  | $N_q = 18.40$  | $N_\gamma = 15.67$ |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$   | $s_q = 1.00$   | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.81$   | $i_q = 0.81$   | $i_\gamma = 0.48$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.06$   | $d_q = 1.03$   | $d_\gamma = 1.03$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |                |                |                    |
|   | $N'_c = 25.77$ | $N'_q = 15.29$ | $N'_\gamma = 7.77$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 3.66 |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 5.31 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

| Nr. | Y    | N       | M        | T       |
|-----|------|---------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000  |
| 2   | 0.26 | 2.0139  | 0.0264   | 0.1582  |
| 3   | 0.52 | 4.1929  | 0.1614   | 0.6327  |
| 4   | 0.77 | 6.5372  | 0.4885   | 1.4236  |
| 5   | 1.03 | 9.0467  | 1.0914   | 2.5309  |
| 6   | 1.29 | 11.7215 | 2.0536   | 3.9545  |
| 7   | 1.54 | 14.5614 | 3.4588   | 5.6945  |
| 8   | 1.80 | 17.5666 | 5.3906   | 7.7508  |
| 9   | 2.06 | 20.7369 | 7.9325   | 10.1235 |
| 10  | 2.32 | 24.0725 | 11.1682  | 12.8126 |
| 11  | 2.58 | 27.5733 | 15.1813  | 15.8180 |
| 12  | 2.83 | 31.2394 | 20.0554  | 19.1397 |
| 13  | 3.09 | 35.0706 | 25.8741  | 22.7779 |
| 14  | 3.35 | 39.0670 | 32.7210  | 26.7324 |
| 15  | 3.60 | 43.2287 | 40.6796  | 31.0032 |
| 16  | 3.86 | 47.5556 | 49.8337  | 35.5904 |
| 17  | 4.12 | 52.0477 | 60.2668  | 40.4940 |
| 18  | 4.38 | 56.7050 | 72.0625  | 45.7139 |
| 19  | 4.63 | 61.5276 | 85.3044  | 51.2502 |
| 20  | 4.89 | 66.5153 | 100.0761 | 57.1029 |
| 21  | 5.15 | 71.6683 | 116.4577 | 63.2213 |

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 21

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.0000  | 0.0000  |
| 2   | 0.06 | 0.1707  | 5.6891  |
| 3   | 0.12 | 0.6827  | 11.3792 |
| 4   | 0.18 | 1.5362  | 17.0702 |
| 5   | 0.24 | 2.7312  | 22.7623 |
| 6   | 0.30 | 4.2677  | 28.4554 |
| 7   | 0.36 | 6.1458  | 34.1495 |
| 8   | 0.42 | 8.3656  | 39.8445 |
| 9   | 0.48 | 10.9272 | 45.5406 |
| 10  | 0.54 | 13.8305 | 51.2377 |
| 11  | 0.60 | 17.0757 | 56.9357 |

### Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 21

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

| Nr. | X    | M      | T      |
|-----|------|--------|--------|
| 1   | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |      |         |         |
|----|------|---------|---------|
| 2  | 0.26 | -0.0651 | -0.5079 |
| 3  | 0.52 | -0.2637 | -1.0342 |
| 4  | 0.77 | -0.6004 | -1.5790 |
| 5  | 1.03 | -1.0800 | -2.1423 |
| 6  | 1.29 | -1.7074 | -2.7240 |
| 7  | 1.55 | -2.4872 | -3.3241 |
| 8  | 1.81 | -3.4242 | -3.9427 |
| 9  | 2.06 | -4.5232 | -4.5798 |
| 10 | 2.32 | -5.7890 | -5.2353 |
| 11 | 2.58 | -7.2262 | -5.9093 |

## 7.18 File di INPUT - Palancole

### Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
* Time:venerdì 26 ottobre 2018 15:59:17
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL LeftWall_32 0 -6 0 1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 0_L LeftWall_32 -6 0 1 0
SOIL 0_R LeftWall_32 -6 0 2 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (A-R_2_8_L_0)
*
LDATA A-R_2_8_L_0 0 LeftWall_32
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 17 7 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 28 0 0 0
YOUNG 3000 3000
ENDL
*
* Soil Profile (B-LS_7249_7252_L_0)
*
LDATA B-LS_7249_7252_L_0 -2 LeftWall_32
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 17 7 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 5 33 0 0 0
YOUNG 1.5E+04 1.5E+04
ENDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 113 Name=S275 E=210000000 kPa
MATERIAL S275_113 2.1E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_33 LeftWall_32 -6 0 S275_113 0.1811 00 00 0

* 6.2: Supports

* 6.3: Strips
STRIP LeftWall_32 2 2 3.3 6.7 0 23.08 45
STRIP LeftWall_32 1 2 0 1.4 0 8 45
STRIP LeftWall_32 1 2 1.4 13.6 0 16 45

* 7: Defining Steps
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
STEP Stage1_Litostatica_31
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-FRICT=28 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-FRICT=28 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KA=0.317 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KP=3.812 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KA=0.317 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KP=3.812 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-FRICT=33 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-FRICT=33 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KA=0.256 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KP=5.16 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KA=0.256 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KP=5.16 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-COHE=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-COHE=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-COHE=5 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-COHE=5 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
SETWALL LeftWall_32
GEOM 0 0
SURCHARGE 0 0 0 0
WATER -15 0 -6 0 0
ADD WallElement_33
ENDSTEP

STEP Stage7_scavo_19278
SETWALL LeftWall_32
GEOM 0 -3.3
SURCHARGE 0 0 0 0
WATER -15 0 -6 0 0
ENDSTEP
```

**Design Assumption : A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di output (.out)**

```
+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                              |
|                NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589    |
|                Exe Time :26 October 2018    15:59:17                  |
+-----+
```

```
*****
*                                                                              *
*  PARATIE PLUS Non-Linear Spring Engine                                  *
*                                                                              *
*      AN ELASTOPLASTIC FINITE ELEMENT PROGRAM                          *
*      FOR FLEXIBLE EARTH-RETAINING STRUCTURES                           *
*                                                                              *
*      Written by Ce.A.S. s.r.l. (ITALY)                                  *
*      with the scientific supervision of                                 *
*      Roberto Nova - full professor SOIL MECHANICS                      *
*      at Politecnico di Milano (ITALY)                                  *
*                                                                              *
*****
*  RELEASE    2018.1    *Build date:Jun 29, 2018*    *                  *
*                                                                              *
*  Ce.A.S.    S.R.L    CENTRO DI ANALISI STRUTTURALE                     *
*              VIALE    GIUSTINIANO 10                                  *
*              20129    M I L A N O    (ITALIA)                          *
*  TEL.        +39 02 2020221                                           *
*                                                                              *
*  email       bruno.beccici@ceas.it                                     *
*  Web Page    www.ceas.it    www.paratieplus.com                       *
*****
```

```
JOB : NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589
STARTING
ACCEPTED <FILE,GENW
ACCEPTED <FILE,PLOTTER,BINARY
```

>  
>







PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589  |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17  |
+-----+

P R E P R O C E S S O R      D A T A

N O .   O F   C O M M A N D S      60

1 : UNIT      m kN
2 : TITLE New Project
3 : DELTA 0.2
4 : option param itemax 40
5 : option control hinges 0 0.0001 0.001
6 : WALL LeftWall_32 0 -6 0 1
7 : SOIL 0_L LeftWall_32 -6 0 1 0
8 : SOIL 0_R LeftWall_32 -6 0 2 180
9 : LDATA A-R_2_8_L_0 0 LeftWall_32
10 : ATREST 0.5 0.5 1
11 : WEIGHT 17 7 10
12 : PERMEABILITY 0.0001
13 : RESISTANCE 0 28 0 0 0
14 : YOUNG 3000 3000
15 : ENDL
16 : LDATA B-LS_7249_7252_L_0 -2 LeftWall_32
17 : ATREST 0.5 0.5 1
18 : WEIGHT 17 7 10
19 : PERMEABILITY 1E-05
20 : RESISTANCE 5 33 0 0 0
21 : YOUNG 1.5E+04 1.5E+04
22 : ENDL
23 : MATERIAL S275_113 2.1E+08
24 : BEAM WallElement_33 LeftWall_32 -6 0 S275_113 0.1811 00 00 0
25 : STRIP LeftWall_32 2 2 3.3 6.7 0 23.08 45
26 : STRIP LeftWall_32 1 2 0 1.4 0 8 45
27 : STRIP LeftWall_32 1 2 1.4 13.6 0 16 45
28 : STEP Stage1_Litostatica_31
29 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-FRICT=28 LeftWall_32
30 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-FRICT=28 LeftWall_32
31 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KA=0.317 LeftWall_32
32 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KP=3.812 LeftWall_32
33 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KA=0.317 LeftWall_32
34 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KP=3.812 LeftWall_32
35 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-FRICT=33 LeftWall_32
36 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-FRICT=33 LeftWall_32
37 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KA=0.256 LeftWall_32
38 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KP=5.16 LeftWall_32
39 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KA=0.256 LeftWall_32
40 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KP=5.16 LeftWall_32
41 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-COHE=0 LeftWall_32
42 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
43 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-COHE=0 LeftWall_32
44 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
45 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-COHE=5 LeftWall_32
46 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
47 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-COHE=5 LeftWall_32
48 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
49 : SETWALL LeftWall_32
50 : GEOM 0 0
51 : SURCHARGE 0 0 0 0
52 : WATER -15 0 -6 0 0
53 : ADD WallElement_33
54 : ENDSTEP
55 : STEP Stage7_scavo_19278
56 : SETWALL LeftWall_32
57 : GEOM 0 -3.3
58 : SURCHARGE 0 0 0 0
59 : WATER -15 0 -6 0 0
60 : ENDSTEP
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018* |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589 |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17 |
+-----+
N O D A L    P O I N T    D A T A
-----

```

| NODE | Y-COORD | Z-COORD  | / | NODE | Y-COORD | Z-COORD  | / | NODE | Y-COORD | Z-COORD  | / | NODE | Y-COORD | Z-COORD  | / |
|------|---------|----------|---|------|---------|----------|---|------|---------|----------|---|------|---------|----------|---|
| 1    | 0.0000  | 0.0000   | / | 2    | 0.0000  | -0.20000 | / | 3    | 0.0000  | -0.40000 | / | 4    | 0.0000  | -0.60000 | / |
| 5    | 0.0000  | -0.80000 | / | 6    | 0.0000  | -1.0000  | / | 7    | 0.0000  | -1.2000  | / | 8    | 0.0000  | -1.4000  | / |
| 9    | 0.0000  | -1.6000  | / | 10   | 0.0000  | -1.8000  | / | 11   | 0.0000  | -2.0000  | / | 12   | 0.0000  | -2.2000  | / |
| 13   | 0.0000  | -2.4000  | / | 14   | 0.0000  | -2.6000  | / | 15   | 0.0000  | -2.8000  | / | 16   | 0.0000  | -3.0000  | / |
| 17   | 0.0000  | -3.2000  | / | 18   | 0.0000  | -3.4000  | / | 19   | 0.0000  | -3.6000  | / | 20   | 0.0000  | -3.8000  | / |
| 21   | 0.0000  | -4.0000  | / | 22   | 0.0000  | -4.2000  | / | 23   | 0.0000  | -4.4000  | / | 24   | 0.0000  | -4.6000  | / |
| 25   | 0.0000  | -4.8000  | / | 26   | 0.0000  | -5.0000  | / | 27   | 0.0000  | -5.2000  | / | 28   | 0.0000  | -5.4000  | / |
| 29   | 0.0000  | -5.6000  | / | 30   | 0.0000  | -5.8000  | / | 31   | 0.0000  | -6.0000  | / |      |         |          |   |

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018* |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589 |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17 |
+-----+
ELEMENT GROUP NO. 1

```

```

0_L
5 31 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0
.....2D PLASTIC SOIL .....
.....

```

element group behaviour throughout stage analysis

```

stage  status
-----
1      active
2      active

```

material set no. 1

```

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

```

material set no. 2

```

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

```

element data

| el | n  | mat | area   | ..... | ..... | ..... | flag  |
|----|----|-----|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 1  | 1   | 0.1000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 2  | 2  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 3  | 3  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 4  | 4  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 5  | 5  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 6  | 6  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 7  | 7  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 8  | 8  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 9  | 9  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 10 | 10 | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 11 | 11 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 12 | 12 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 13 | 13 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 14 | 14 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 15 | 15 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 16 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 17 | 17 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 18 | 18 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 19 | 19 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 20 | 20 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 21 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 22 | 22 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 23 | 23 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 24 | 24 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |    |   |        |       |       |       |       |
|----|----|---|--------|-------|-------|-------|-------|
| 25 | 25 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 26 | 26 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 27 | 27 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 28 | 28 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 29 | 29 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 30 | 30 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 31 | 31 | 2 | 0.1000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*   |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589   |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17   |
+-----+

ELEMENT GROUP NO. 2

0_R
5 31 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0
.....
.....2D PLASTIC SOIL .....
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage   status
-----
1       active
2       active

material set no. 1

prop( 1) angle          180.000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

material set no. 2

prop( 1) angle          180.000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

element data

el      n  mat      area      .....      .....      .....      flag
-----
1       1   1   0.1000   0.000   0.000   0.000   2.000
2       2   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
3       3   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
4       4   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
5       5   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
6       6   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
7       7   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
8       8   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
9       9   1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
10      10  1   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
11      11  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
12      12  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
13      13  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
14      14  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
15      15  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
16      16  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
17      17  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
18      18  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
19      19  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
20      20  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
21      21  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
22      22  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
23      23  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
24      24  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
25      25  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
26      26  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
27      27  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
28      28  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
29      29  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
30      30  2   0.2000   0.000   0.000   0.000   2.000
31      31  2   0.1000   0.000   0.000   0.000   2.000

```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*   |
|                                                                       |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589   |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17                       |
+-----+

ELEMENT GROUP NO.   3

WallElement_33
  2 30  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  1  0
.....
.....2D WALL ELEMENT.....
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage   status
-----
  1     active
  2     active

material set no.   1

prop( 1) young modulus      0.210000E+09
prop( 2) modification time  0.00000
prop( 3) new young modulus   0.00000
prop( 4) poisson ratio      0.00000
prop( 5) future ..... 0.00000

no. of step variable items:  1
step inertia multiplier
-----
  1   1.000
  2   1.000

element data

  el  na  nb  mat      erc1      erc2      thick      by-i      by-j
-----
  1   1   2   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  2   2   3   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  3   3   4   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  4   4   5   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  5   5   6   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  6   6   7   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  7   7   8   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  8   8   9   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
  9   9  10   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 10  10  11   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 11  11  12   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 12  12  13   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 13  13  14   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 14  14  15   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 15  15  16   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 16  16  17   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 17  17  18   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 18  18  19   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 19  19  20   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 20  20  21   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 21  21  22   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 22  22  23   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 23  23  24   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 24  24  25   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 25  25  26   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 26  26  27   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 27  27  28   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 28  28  29   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 29  29  30   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
 30  30  31   1   0.000      0.000      0.1811      0.000      0.000
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                       |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589    |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                      |
+-----+
```

```
NO. OF NODAL LOADS  (NLOAD) ..... 0
NO. OF LOAD CURVES  (NLCUR) ..... 4
MAXIMUM POINTS/LCURVE (NPTM) ..... 5
```

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                       |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589    |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                      |
+-----+
```

L O A D        D A T A

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 1
NUMBER OF TIME POINTS = 5
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 1.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 2
NUMBER OF TIME POINTS = 5
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 2.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 3
NUMBER OF TIME POINTS = 4
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 4
NUMBER OF TIME POINTS = 4
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

```
NO. OF DISTRIBUTED LOAD CARDS        0
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589  |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17  |
+-----+
```

LOAD BALANCE

```
STEP    1 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR.  2 Y-DISPL.F    0.0000000
STEP    1 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR.  4 X-ROT. F    0.0000000

STEP    2 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR.  2 Y-DISPL.F    0.0000000
STEP    2 TOTAL APPLIED LOAD IN DIR.  4 X-ROT. F    0.0000000
```

LOAD INPUT SECTION COMPLETED

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589  |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17  |
+-----+
```

NO. OF LAYERS ..... 2  
NO. OF DATA PER LAYER..... 100

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589  |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17  |
+-----+
```

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 1

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 1

```
ITEM NO.  1&lt;NAME    &gt;= 8.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  2&lt;NATURE  &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  3&lt;LEVEL   &gt;= 0.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  4&lt;WALL    &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  5&lt;GAMMAD  &gt;= 17.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  6&lt;GAMMAB  &gt;= 7.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  7&lt;GAMMAW  &gt;= 10.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  9&lt;U-FRICT &gt;= 28.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 10&lt;U-KA    &gt;= 0.31700    WALL NO.    1
ITEM NO. 11&lt;U-KP    &gt;= 3.8120    WALL NO.    1
ITEM NO. 12&lt;K0-NC   &gt;= 0.50000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 13&lt;NEXP    &gt;= 0.50000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 14&lt;OCR     &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 16&lt;MODEL   &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 17&lt;EVC     &gt;= 3000.0    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 18&lt;EUR     &gt;= 3000.0    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 27&lt;U-PERM  &gt;= 0.10000E-03 (BOTH WALLS)
ITEM NO. 52&lt;D-NATURE&gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 53&lt;D-LEVEL &gt;= 0.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 59&lt;D-FRICT &gt;= 28.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 60&lt;D-KA    &gt;= 0.31700    WALL NO.    1
ITEM NO. 61&lt;D-KP    &gt;= 3.8120    WALL NO.    1
ITEM NO. 77&lt;D-PERM  &gt;= 0.10000E-03 (BOTH WALLS)
```

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 1

```
ITEM NO.  1&lt;NAME    &gt;= 9.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  2&lt;NATURE  &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  3&lt;LEVEL   &gt;= -2.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  4&lt;WALL    &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  5&lt;GAMMAD  &gt;= 17.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  6&lt;GAMMAB  &gt;= 7.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  7&lt;GAMMAW  &gt;= 10.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  8&lt;U-COHE  &gt;= 5.0000    (BOTH WALLS)
ITEM NO.  9&lt;U-FRICT &gt;= 33.000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 10&lt;U-KA    &gt;= 0.25600    WALL NO.    1
ITEM NO. 11&lt;U-KP    &gt;= 5.1600    WALL NO.    1
ITEM NO. 12&lt;K0-NC   &gt;= 0.50000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 13&lt;NEXP    &gt;= 0.50000    (BOTH WALLS)
ITEM NO. 14&lt;OCR     &gt;= 1.0000    (BOTH WALLS)
```





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|          |    |          |    |             |              |   |
|----------|----|----------|----|-------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= | 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= | 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= | 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= | 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= | 5.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= | 33.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= | 0.25600     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= | 5.1600      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= | 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 2

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 2

|          |    |          |    |             |              |   |
|----------|----|----------|----|-------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1  | NAME     | >= | 8.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2  | NATURE   | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3  | LEVEL    | >= | 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4  | WALL     | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5  | GAMMAD   | >= | 17.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6  | GAMMAB   | >= | 7.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7  | GAMMAW   | >= | 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= | 28.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | >= | 0.31700     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | >= | 3.8120      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | >= | 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | >= | 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= | 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= | 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= | 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= | 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= | 28.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= | 0.31700     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= | 3.8120      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= | 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 2

|          |    |          |    |             |              |   |
|----------|----|----------|----|-------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1  | NAME     | >= | 9.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2  | NATURE   | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3  | LEVEL    | >= | -2.0000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4  | WALL     | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5  | GAMMAD   | >= | 17.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6  | GAMMAB   | >= | 7.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7  | GAMMAW   | >= | 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 8  | U-COHE   | >= | 5.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= | 33.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | >= | 0.25600     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | >= | 5.1600      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | >= | 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | >= | 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= | 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= | 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= | 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= | 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= | 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= | 5.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= | 33.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= | 0.25600     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= | 5.1600      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= | 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |

DEFAULT WATER UNIT WEIGHT = 10.000  
AVERAGED ON 4 VALUES

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589          |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17          |
+-----+
```

PHASE DESCRIPTORS

STEP NO. 1



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|                                    | LEFT WALL | RIGHT WALL  |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| Y                                  | 0.000     | -0.9990E+30 |
| Z-PC                               | 0.000     | 0.000       |
| Z-EXCAVATION                       | 0.000     | 0.000       |
| Z-WATER_TABLE                      | -15.00    | -0.9990E+30 |
| Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL          | 0.000     | 0.000       |
| ZQ                                 | 0.000     | 0.000       |
| DZW_OF_THE_WATER_TABLE             | 0.000     | 0.000       |
| QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE          | 0.000     | 0.000       |
| ZQS                                | 0.000     | -0.9990E+30 |
| ZCUT                               | 0.000     | 0.000       |
| BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES   | -6.000    | -6.000      |
| WATER_BEHAVIOUR_FLAG (LINING OPT)  | 0.000     | 0.000       |
| PORE_UPDATE_FLAG                   | 0.000     | 0.000       |
| PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs)    | 0.000     | 0.000       |
| lateral thrusts reduction elevatio | 0.000     | 0.000       |
| Downhill reduction factor for effe | 0.000     | 0.000       |
| Downhill reduction factor for pore | 0.000     | 0.000       |
| Uphill reduction factor for effect | 0.000     | 0.000       |
| Uphill reduction factor for pore p | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Kh [g]   | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g]   | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g]  | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg]    | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL DELTA/PHI RATIO             | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg]  | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL DELTA/PHI RATIO           | 0.000     | 0.000       |
| DYN.WATER BEHAVIOUR                | 0.000     | 0.000       |
| Excess pore pressure RATIO Ru      | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL       | 0.000     | 0.000       |

=====end of step 1

| STEP NO. 2                         | LEFT WALL | RIGHT WALL  |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| Y                                  | 0.000     | -0.9990E+30 |
| Z-PC                               | 0.000     | 0.000       |
| Z-EXCAVATION                       | -3.300    | 0.000       |
| Z-WATER_TABLE                      | -15.00    | -0.9990E+30 |
| Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL          | 0.000     | 0.000       |
| ZQ                                 | 0.000     | 0.000       |
| DZW_OF_THE_WATER_TABLE             | 0.000     | 0.000       |
| QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE          | 0.000     | 0.000       |
| ZQS                                | 0.000     | -0.9990E+30 |
| ZCUT                               | 0.000     | 0.000       |
| BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES   | -6.000    | -6.000      |
| WATER_BEHAVIOUR_FLAG (LINING OPT)  | 0.000     | 0.000       |
| PORE_UPDATE_FLAG                   | 0.000     | 0.000       |
| PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs)    | 0.000     | 0.000       |
| lateral thrusts reduction elevatio | 0.000     | 0.000       |
| Downhill reduction factor for effe | 0.000     | 0.000       |
| Downhill reduction factor for pore | 0.000     | 0.000       |
| Uphill reduction factor for effect | 0.000     | 0.000       |
| Uphill reduction factor for pore p | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Kh [g]   | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g]   | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g]  | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg]    | 0.000     | 0.000       |
| UPHILL DELTA/PHI RATIO             | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg]  | 0.000     | 0.000       |
| DOWNHILL DELTA/PHI RATIO           | 0.000     | 0.000       |
| DYN.WATER BEHAVIOUR                | 0.000     | 0.000       |
| Excess pore pressure RATIO Ru      | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL       | 0.000     | 0.000       |
| SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL       | 0.000     | 0.000       |

=====end of step 2

LEFT-HAND WALL

|             |          |
|-------------|----------|
| LOWER LEVEL | -6.00000 |
| UPPER LEVEL | 0.00000  |

RIGHT-HAND WALL

|             |          |
|-------------|----------|
| LOWER LEVEL | -6.00000 |
| UPPER LEVEL | 0.00000  |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A1M1R1R3pertiranti_76589  |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

I N I T I A L    S T R E S S    T A B L E S

S E C T I O N

NUMBER OF DEFINED TABLES          3

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    1
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                      2.0000
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)  2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)              3.300000000000000
FOUNDATION WIDTH (B)                  6.700000000000000
ZETA-F.....                        0.000000000000000E+000
Q-F .....                            23.080000000000000
BETA .....                           45.000000000000000
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING) 0.000000000000000E+000

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    2
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                      1.0000
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)  2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)              0.000000000000000E+000
FOUNDATION WIDTH (B)                  1.400000000000000
ZETA-F.....                        0.000000000000000E+000
Q-F .....                            8.000000000000000
BETA .....                           45.000000000000000
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING) 0.000000000000000E+000

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    3
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                      1.0000
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)  2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)              1.400000000000000
FOUNDATION WIDTH (B)                  13.600000000000000
ZETA-F.....                        0.000000000000000E+000
Q-F .....                            16.000000000000000
BETA .....                           45.000000000000000
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING) 0.000000000000000E+000

ELEMENT GROUPS BACKUP AREA CAN STAY IN CORE AT
POSITION          1678

NO. OF D.P.W FOR THIS AREA          3665
MAX NO. OF D.P.W. AVAILABLE          81920
** MAX NO OF ITERATIONS SET TO          40

ITER    0 RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000
RINORM= 2738.    RIMNOR= 0.000
RENORM=0.3944E-29 REMNOR= 0.000    RATIO =0.3796E-16 TOLER =0.1000E-03    CONVERGED !
RFMAX = 10.74    RMMAX = 0.000
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000
RDT = 2738.    RDR = 0.000
RATIOT=0.3796E-16 RATIO= 0.000
MAX UN=0.8882E-15 IEQ=    33 NODE    17 DOF    1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.1776E-14 IEQ=    59 NODE    30 DOF    1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS    0

ITER    1 RNORM = 0.000    RMNORM= 0.000
RINORM= 2738.    RIMNOR= 0.000
RENORM=0.4711E-30 REMNOR=0.4750E-55 RATIO =0.1312E-16 TOLER =0.1000E-03    CONVERGED !
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

RFMAX = 10.74 RMMAX = 0.000  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
RDT = 2738. RDR = 0.000  
RATIOT=0.1312E-16 RATOR= 0.000  
MAX UN=0.9784E-16 IEQ= 21 NODE 11 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.3431E-15 IEQ= 59 NODE 30 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 2 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 2738. RIMNOR= 0.000  
RENORM=0.3793E-30 REMNOR=0.8885E-55 RATIO =0.1177E-16 TOLER =0.1000E-03 CONVERGED !  
RFMAX = 10.74 RMMAX = 0.000  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000  
RDT = 2738. RDR = 0.000  
RATIOT=0.1177E-16 RATOR= 0.000  
MAX UN=0.1135E-15 IEQ= 21 NODE 11 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.2771E-15 IEQ= 59 NODE 30 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

-----+-----  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A1M1R1R3pertiranti\_76589 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+-----

New Project

SOLUTION REACHED USING 2 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 1 ( AT TIME 1.000 )

PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

Y-DISPL.F X-ROT. F  
(02) (04) (

ALL NODAL POINTS HAVE ZERO DISPLACEMENT COMPONENTS

-----+-----  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A1M1R1R3pertiranti\_76589 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+-----

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 1

0\_L :  
ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
CURRENT TIME IS 1.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y     | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P            | MAX-H-P | STATE | STIFFNESS  | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|-------------|------------|------------|--------------------|---------|-------|------------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq         | Su_a       | Su_p       | LAYER              |         |       |            |         |       |
| 1 D      | 0.000   | -2.6228E-20 | 8.000      | 0.000      | 8.000              | 0.000   | V-C   | 6241.      | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 2 D      | 1.256   | -2.5647E-20 | 9.011      | 6.282      | 9.011              | 6.282   | V-C   | 6241.      | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 6.282       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 3 D      | 1.702   | -2.5064E-20 | 12.41      | 8.510      | 12.41              | 8.510   | V-C   | 6241.      | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 8.510       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 4 D      | 2.129   | -2.4474E-20 | 15.93      | 10.65      | 15.93              | 10.65   | V-C   | 6241.      | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 10.65       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 5 D      | 2.535   | -2.3871E-20 | 19.62      | 12.68      | 19.62              | 12.68   | V-C   | 6241.      | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 12.68       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 6 D      | 2.921   | -2.3245E-20 | 23.30      | 14.61      | 23.30              | 14.61   | V-C   | 6241.      | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 14.61       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 7 D      | 3.290   | -2.2583E-20 | 27.03      | 16.45      | 27.03              | 16.45   | V-C   | 6241.      | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 16.45       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 8 D      | 3.646   | -2.1870E-20 | 30.78      | 18.23      | 30.78              | 18.23   | V-C   | 6241.      | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 18.23       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 9 D      | 3.991   | -2.1090E-20 | 34.02      | 19.95      | 34.02              | 19.95   | V-C   | 6241.      | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 19.95       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 10 D     | 4.328   | -2.0222E-20 | 37.35      | 21.64      | 37.35              | 21.64   | V-C   | 6241.      | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 21.64       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |       |            |         |       |
| 11 D     | 4.660   | -1.9247E-20 | 41.10      | 23.30      | 41.10              | 23.30   | V-C   | 3.4533E+04 | -2.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 23.30       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |       |            |         |       |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|       |       |             |       |       |                    |       |     |            |        |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|-----|------------|--------|-------|
| 12 D  | 4.987 | -1.8140E-20 | 44.54 | 24.94 | 44.54              | 24.94 | V-C | 3.4533E+04 | -2.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 24.94       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 13 D  | 5.312 | -1.6869E-20 | 48.43 | 26.56 | 48.43              | 26.56 | V-C | 3.4533E+04 | -2.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 26.56       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 14 D  | 5.635 | -1.5394E-20 | 51.85 | 28.17 | 51.85              | 28.17 | V-C | 3.4533E+04 | -2.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 28.17       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 15 D  | 5.956 | -1.3669E-20 | 55.64 | 29.78 | 55.64              | 29.78 | V-C | 3.4533E+04 | -2.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 29.78       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 16 D  | 6.276 | -1.1641E-20 | 59.04 | 31.38 | 59.04              | 31.38 | V-C | 3.4533E+04 | -3.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 31.38       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 17 D  | 6.595 | -9.2537E-21 | 62.77 | 32.98 | 62.77              | 32.98 | V-C | 3.4533E+04 | -3.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 32.98       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 18 D  | 6.914 | -6.4559E-21 | 66.15 | 34.57 | 66.15              | 34.57 | V-C | 3.4533E+04 | -3.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 34.57       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 19 D  | 7.232 | -3.2409E-21 | 69.84 | 36.16 | 69.84              | 36.16 | V-C | 3.4533E+04 | -3.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 36.16       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 20 D  | 7.550 | 3.8814E-22  | 73.21 | 37.75 | 73.21              | 37.75 | V-C | 3.4533E+04 | -3.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 37.75       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 21 D  | 7.868 | 4.4278E-21  | 76.86 | 39.34 | 76.86              | 39.34 | V-C | 3.4533E+04 | -4.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 39.34       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 22 D  | 8.186 | 8.8732E-21  | 80.23 | 40.93 | 80.23              | 40.93 | V-C | 3.4533E+04 | -4.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 40.93       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 23 D  | 8.505 | 1.3716E-20  | 83.84 | 42.52 | 83.84              | 42.52 | V-C | 3.4533E+04 | -4.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 42.52       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 24 D  | 8.823 | 1.8942E-20  | 87.21 | 44.11 | 87.21              | 44.11 | V-C | 3.4533E+04 | -4.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 44.11       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 25 D  | 9.141 | 2.4532E-20  | 90.58 | 45.71 | 90.58              | 45.71 | V-C | 3.4533E+04 | -4.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 45.71       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 26 D  | 9.460 | 3.0456E-20  | 94.17 | 47.30 | 94.17              | 47.30 | V-C | 3.4533E+04 | -5.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 47.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 27 D  | 9.779 | 3.6675E-20  | 97.53 | 48.89 | 97.53              | 48.89 | V-C | 3.4533E+04 | -5.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 48.89       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 28 D  | 10.10 | 4.3135E-20  | 101.1 | 50.49 | 101.1              | 50.49 | V-C | 3.4533E+04 | -5.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 50.49       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 29 D  | 10.42 | 4.9768E-20  | 104.5 | 52.09 | 104.5              | 52.09 | V-C | 3.4533E+04 | -5.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 52.09       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 30 D  | 10.74 | 5.6490E-20  | 108.0 | 53.69 | 108.0              | 53.69 | V-C | 3.4533E+04 | -5.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 53.69       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 31 D  | 5.529 | 6.3219E-20  | 111.4 | 55.29 | 111.4              | 55.29 | V-C | 3.4533E+04 | -6.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 55.29       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |

-----+  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A1M1R1R3pertiranti\_76589 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+

New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 2

0\_R :

ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
C U R R E N T T I M E I S 1.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y    | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P     | MAX-H-P | STATE | STIFFNESS  | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|------------|------------|------------|-------------|---------|-------|------------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq        | Su_a       | Su_p       | LAYER       |         |       |            |         |       |
| 1 D      | 0.000   | 2.6228E-20 | 0.000      | 0.000      | 0.000       | 0.000   | V-C   | 4506.      | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 2 D      | 1.256   | 2.5647E-20 | 3.400      | 6.282      | 3.400       | 6.282   | V-C   | 4506.      | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 6.282      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 3 D      | 1.702   | 2.5064E-20 | 6.800      | 8.510      | 6.800       | 8.510   | V-C   | 4506.      | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 8.510      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 4 D      | 2.129   | 2.4474E-20 | 10.20      | 10.65      | 10.20       | 10.65   | V-C   | 4506.      | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 10.65      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 5 D      | 2.535   | 2.3871E-20 | 13.60      | 12.68      | 13.60       | 12.68   | V-C   | 4506.      | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 12.68      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 6 D      | 2.921   | 2.3245E-20 | 17.00      | 14.61      | 17.00       | 14.61   | V-C   | 4506.      | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 14.61      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 7 D      | 3.290   | 2.2583E-20 | 20.40      | 16.45      | 20.40       | 16.45   | V-C   | 4506.      | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 16.45      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 8 D      | 3.646   | 2.1870E-20 | 23.80      | 18.23      | 23.80       | 18.23   | V-C   | 4506.      | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 18.23      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 9 D      | 3.991   | 2.1090E-20 | 27.20      | 19.95      | 27.20       | 19.95   | V-C   | 4506.      | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 19.95      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 10 D     | 4.328   | 2.0222E-20 | 30.60      | 21.64      | 30.60       | 21.64   | V-C   | 4506.      | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 21.64      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |            |         |       |
| 11 D     | 4.660   | 1.9247E-20 | 34.00      | 23.30      | 34.00       | 23.30   | V-C   | 2.0361E+04 | -2.000  | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |             |       |       |                    |       |     |            |        |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|-----|------------|--------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 23.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 12 D  | 4.987 | 1.8140E-20  | 37.40 | 24.94 | 37.40              | 24.94 | V-C | 2.0361E+04 | -2.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 24.94       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 13 D  | 5.312 | 1.6869E-20  | 40.80 | 26.56 | 40.80              | 26.56 | V-C | 2.0361E+04 | -2.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 26.56       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 14 D  | 5.635 | 1.5394E-20  | 44.20 | 28.17 | 44.20              | 28.17 | V-C | 2.0361E+04 | -2.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 28.17       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 15 D  | 5.956 | 1.3669E-20  | 47.60 | 29.78 | 47.60              | 29.78 | V-C | 2.0361E+04 | -2.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 29.78       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 16 D  | 6.276 | 1.1641E-20  | 51.00 | 31.38 | 51.00              | 31.38 | V-C | 2.0361E+04 | -3.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 31.38       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 17 D  | 6.595 | 9.2537E-21  | 54.40 | 32.98 | 54.40              | 32.98 | V-C | 2.0361E+04 | -3.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 32.98       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 18 D  | 6.914 | 6.4559E-21  | 57.80 | 34.57 | 57.80              | 34.57 | V-C | 2.0361E+04 | -3.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 34.57       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 19 D  | 7.232 | 3.2409E-21  | 61.20 | 36.16 | 61.20              | 36.16 | V-C | 2.0361E+04 | -3.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 36.16       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 20 D  | 7.550 | -3.8814E-22 | 64.60 | 37.75 | 64.60              | 37.75 | V-C | 2.0361E+04 | -3.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 37.75       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 21 D  | 7.868 | -4.4278E-21 | 68.00 | 39.34 | 68.00              | 39.34 | V-C | 2.0361E+04 | -4.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 39.34       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 22 D  | 8.186 | -8.8732E-21 | 71.40 | 40.93 | 71.40              | 40.93 | V-C | 2.0361E+04 | -4.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 40.93       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 23 D  | 8.505 | -1.3716E-20 | 74.80 | 42.52 | 74.80              | 42.52 | V-C | 2.0361E+04 | -4.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 42.52       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 24 D  | 8.823 | -1.8942E-20 | 78.20 | 44.11 | 78.20              | 44.11 | V-C | 2.0361E+04 | -4.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 44.11       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 25 D  | 9.141 | -2.4532E-20 | 81.60 | 45.71 | 81.60              | 45.71 | V-C | 2.0361E+04 | -4.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 45.71       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 26 D  | 9.460 | -3.0456E-20 | 85.00 | 47.30 | 85.00              | 47.30 | V-C | 2.0361E+04 | -5.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 47.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 27 D  | 9.779 | -3.6675E-20 | 88.40 | 48.89 | 88.40              | 48.89 | V-C | 2.0361E+04 | -5.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 48.89       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 28 D  | 10.10 | -4.3135E-20 | 91.80 | 50.49 | 91.80              | 50.49 | V-C | 2.0361E+04 | -5.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 50.49       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 29 D  | 10.42 | -4.9768E-20 | 95.20 | 52.09 | 95.20              | 52.09 | V-C | 2.0361E+04 | -5.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 52.09       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 30 D  | 10.74 | -5.6490E-20 | 98.60 | 53.69 | 98.60              | 53.69 | V-C | 2.0361E+04 | -5.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 53.69       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |
| 31 D  | 5.529 | -6.3219E-20 | 102.0 | 55.29 | 102.0              | 55.29 | V-C | 2.0361E+04 | -6.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 55.29       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |        |       |

```
+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*      |
|                                                                              |
|                NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589    |
|                Exe Time :26 October 2018    15:59:17                    |
+-----+
```

New Project

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   3

WallElement\_33 :  
ELEMENT TYPE   2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP   30  
C U R R E N T   T I M E   I S   1.0000

WALL2D ELEMENT

| EL             | TA          | TB          | MA          | MB |
|----------------|-------------|-------------|-------------|----|
| 1-1.96411E-17  | 1.96411E-17 | 7.06031E-29 | 3.92823E-18 |    |
| 2-5.73451E-17  | 5.73451E-17 | 3.92823E-18 | 1.53972E-17 |    |
| 3-9.34685E-17  | 9.34685E-17 | 1.53972E-17 | 3.40909E-17 |    |
| 4-1.28004E-16  | 1.28004E-16 | 3.40909E-17 | 5.96917E-17 |    |
| 5-1.60935E-16  | 1.60935E-16 | 5.96917E-17 | 9.18787E-17 |    |
| 6-1.92236E-16  | 1.92236E-16 | 9.18787E-17 | 1.30326E-16 |    |
| 7-2.21866E-16  | 2.21866E-16 | 1.30326E-16 | 1.74699E-16 |    |
| 8-2.49771E-16  | 2.49771E-16 | 1.74699E-16 | 2.24653E-16 |    |
| 9-2.75877E-16  | 2.75877E-16 | 2.24653E-16 | 2.79829E-16 |    |
| 10-3.00094E-16 | 3.00094E-16 | 2.79829E-16 | 3.39847E-16 |    |
| 11-4.13569E-16 | 4.13569E-16 | 3.39847E-16 | 4.22561E-16 |    |
| 12-5.16155E-16 | 5.16155E-16 | 4.22561E-16 | 5.25792E-16 |    |
| 13-6.07060E-16 | 6.07060E-16 | 5.25792E-16 | 6.47204E-16 |    |
| 14-6.85372E-16 | 6.85372E-16 | 6.47204E-16 | 7.84279E-16 |    |
| 15-7.50059E-16 | 7.50059E-16 | 7.84279E-16 | 9.34290E-16 |    |
| 16-7.99978E-16 | 7.99978E-16 | 9.34290E-16 | 1.09429E-15 |    |
| 17 5.42822E-17 | 5.42822E-17 | 1.09429E-15 | 1.08343E-15 |    |
| 18 3.76671E-17 | 3.76671E-17 | 1.08343E-15 | 1.07590E-15 |    |
| 19 3.96974E-17 | 3.96974E-17 | 1.07590E-15 | 1.06796E-15 |    |
| 20 6.17240E-17 | 6.17240E-17 | 1.06796E-15 | 1.05561E-15 |    |
| 21 1.05073E-16 | 1.05073E-16 | 1.05561E-15 | 1.03460E-15 |    |
| 22 1.71014E-16 | 1.71014E-16 | 1.03460E-15 | 1.00040E-15 |    |
| 23 2.60724E-16 | 2.60724E-16 | 1.00040E-15 | 9.48250E-16 |    |
| 24 3.75264E-16 | 3.75264E-16 | 9.48250E-16 | 8.73198E-16 |    |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
25 5.15551E-16-5.15551E-16 8.73198E-16-7.70087E-16
26 6.82341E-16-6.82341E-16 7.70087E-16-6.33620E-16
27 8.76222E-16-8.76222E-16 6.33620E-16-4.58376E-16
28 1.09761E-15-1.09761E-15 4.58376E-16-2.38853E-16
29 1.34678E-15-1.34678E-15 2.38853E-16 3.05023E-17
30-1.52511E-16 1.52511E-16-3.05023E-17-5.04871E-29

ITER      0  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM= 550.1      REMNOR=0.8885E-55  RATIO =0.5453      TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.5453      RATOR= 0.000
            MAX UN= 6.779      IEQ= 33 NODE      17 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.1073E-27 IEQ= 56 NODE      28 DOF      2 X-ROT. F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      2  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM= 51.17      REMNOR=0.5942E-20  RATIO =0.1663      TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.1663      RATOR= 0.000
            MAX UN= 3.986      IEQ= 21 NODE      11 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.2003E-09 IEQ= 45 NODE      23 DOF      1 Y-DISPL.F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      3  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM= 39.30      REMNOR=0.7848E-20  RATIO =0.1458      TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.1458      RATOR= 0.000
            MAX UN= 3.921      IEQ= 37 NODE      19 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.1170E-08 IEQ= 11 NODE      6 DOF      1 Y-DISPL.F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      4  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM= 19.56      REMNOR=0.3903E-19  RATIO =0.1028      TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.1028      RATOR= 0.000
            MAX UN= 3.361      IEQ= 37 NODE      19 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.5785E-09 IEQ= 23 NODE      12 DOF      1 Y-DISPL.F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      5  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM=0.4378      REMNOR=0.3614E-19  RATIO =0.1538E-01  TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.1538E-01  RATOR= 0.000
            MAX UN=0.6617      IEQ= 39 NODE      20 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.1094E-08 IEQ= 9 NODE      5 DOF      1 Y-DISPL.F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      6  RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
            RINORM= 1850.      RIMNOR=0.2689E-28
            RENORM=0.5232E-17  REMNOR=0.2200E-19  RATIO =0.5318E-10  TOLER =0.1000E-03  CONVERGED !
            RFMAX = 11.30      RMMAX =0.1094E-14
            RTSMAL=0.1000E-03  RMSMAL=0.1000E-19
            RDT = 1850.      RDR =0.1000E-19
            RATIOT=0.5318E-10  RATOR= 0.000
            MAX UN=0.1363E-08 IEQ= 9 NODE      5 DOF      1 Y-DISPL.F
            MIN UN=-.8369E-09 IEQ= 7 NODE      4 DOF      1 Y-DISPL.F
            NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0
```

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                                                     |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589                                |
|          Exe Time :26 October 2018  15:59:17                                                         |
+-----+
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

New Project  
SOLUTION REACHED USING 6 ITERATIONS ON 40  
  
P R I N T O U T F O R T I M E S T E P 2 ( AT TIME 2.000 )  
  
PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

|    | Y-DISPL.F<br>(02) | X-ROT. F<br>(04) | ( |
|----|-------------------|------------------|---|
| 1  | 4.4362843E-02     | -8.6651549E-03   |   |
| 2  | 4.2629816E-02     | -8.6651061E-03   |   |
| 3  | 4.0896815E-02     | -8.6648498E-03   |   |
| 4  | 3.9163907E-02     | -8.6641245E-03   |   |
| 5  | 3.7431219E-02     | -8.6625842E-03   |   |
| 6  | 3.5698957E-02     | -8.6597941E-03   |   |
| 7  | 3.3967420E-02     | -8.6552284E-03   |   |
| 8  | 3.2237025E-02     | -8.6482694E-03   |   |
| 9  | 3.0508319E-02     | -8.6382060E-03   |   |
| 10 | 2.8782003E-02     | -8.6242392E-03   |   |
| 11 | 2.7058943E-02     | -8.6054864E-03   |   |
| 12 | 2.5340173E-02     | -8.5812682E-03   |   |
| 13 | 2.3626831E-02     | -8.5511146E-03   |   |
| 14 | 2.1920159E-02     | -8.5144799E-03   |   |
| 15 | 2.0221513E-02     | -8.4707429E-03   |   |
| 16 | 1.8532382E-02     | -8.4192073E-03   |   |
| 17 | 1.6854393E-02     | -8.3591022E-03   |   |
| 18 | 1.5189360E-02     | -8.2895830E-03   |   |
| 19 | 1.3539168E-02     | -8.2109423E-03   |   |
| 20 | 1.1905451E-02     | -8.1252863E-03   |   |
| 21 | 1.0289303E-02     | -8.0359987E-03   |   |
| 22 | 8.6910370E-03     | -7.9470466E-03   |   |
| 23 | 7.1102167E-03     | -7.8621144E-03   |   |
| 24 | 5.5457086E-03     | -7.7844218E-03   |   |
| 25 | 3.9957819E-03     | -7.7167198E-03   |   |
| 26 | 2.4582048E-03     | -7.6612551E-03   |   |
| 27 | 9.3038474E-04     | -7.6193316E-03   |   |
| 28 | -5.9042024E-04    | -7.5909094E-03   |   |
| 29 | -2.1067873E-03    | -7.5746122E-03   |   |
| 30 | -3.6208928E-03    | -7.5677296E-03   |   |
| 31 | -5.1342450E-03    | -7.5662200E-03   |   |

-----+  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A1M1R1R3pertiranti\_76589 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+  
New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 1

0\_L :  
ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
C U R R E N T T I M E I S 2.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y     | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P     | MAX-H-P | STATE  | STIFFNESS | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|-------------|------------|------------|-------------|---------|--------|-----------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq         | Su_a       | Su_p       | LAYER       |         |        |           |         |       |
| 1 D      | 0.2536  | -4.4363E-02 | 8.000      | 2.536      | 8.000       | 2.536   | ACTIVE | 0.000     | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 2.536       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 2 D      | 0.5714  | -4.2630E-02 | 9.012      | 2.857      | 9.012       | 6.283   | ACTIVE | 0.000     | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 2.857       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 3 D      | 0.7871  | -4.0897E-02 | 12.42      | 3.936      | 12.42       | 8.514   | ACTIVE | 0.000     | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 3.936       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 4 D      | 1.012   | -3.9164E-02 | 15.96      | 5.058      | 15.96       | 10.66   | ACTIVE | 0.000     | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 5.058       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 5 D      | 1.248   | -3.7431E-02 | 19.68      | 6.239      | 19.68       | 12.71   | ACTIVE | 0.000     | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 6.239       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 6 D      | 1.485   | -3.5699E-02 | 23.42      | 7.423      | 23.42       | 14.67   | ACTIVE | 0.000     | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 7.423       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 7 D      | 1.726   | -3.3967E-02 | 27.22      | 8.629      | 27.22       | 16.55   | ACTIVE | 0.000     | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 8.629       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 8 D      | 1.970   | -3.2237E-02 | 31.07      | 9.849      | 31.07       | 18.37   | ACTIVE | 0.000     | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 9.849       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 9 D      | 2.183   | -3.0508E-02 | 34.44      | 10.92      | 34.44       | 20.16   | ACTIVE | 0.000     | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 10.92       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 10 D     | 2.403   | -2.8782E-02 | 37.90      | 12.01      | 37.90       | 21.92   | ACTIVE | 0.000     | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 12.01       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |        |           |         |       |
| 11 D     | 1.129   | -2.7059E-02 | 41.81      | 5.643      | 41.81       | 23.65   | ACTIVE | 0.000     | -2.000  | 0.000 |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |             |       |       |                    |       |        |       |        |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 5.643       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 12 D  | 1.314 | -2.5340E-02 | 45.42 | 6.569 | 45.42              | 25.38 | ACTIVE | 0.000 | -2.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 6.569       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 13 D  | 1.522 | -2.3627E-02 | 49.49 | 7.611 | 49.49              | 27.09 | ACTIVE | 0.000 | -2.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 7.611       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 14 D  | 1.707 | -2.1920E-02 | 53.10 | 8.534 | 53.10              | 28.80 | ACTIVE | 0.000 | -2.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 8.534       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 15 D  | 1.911 | -2.0222E-02 | 57.09 | 9.556 | 57.09              | 30.50 | ACTIVE | 0.000 | -2.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 9.556       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 16 D  | 2.095 | -1.8532E-02 | 60.68 | 10.48 | 60.68              | 32.20 | ACTIVE | 0.000 | -3.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 10.48       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 17 D  | 2.296 | -1.6854E-02 | 64.61 | 11.48 | 64.61              | 33.90 | ACTIVE | 0.000 | -3.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 11.48       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 18 D  | 2.480 | -1.5189E-02 | 68.19 | 12.40 | 68.19              | 35.59 | ACTIVE | 0.000 | -3.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 12.40       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 19 D  | 2.678 | -1.3539E-02 | 72.07 | 13.39 | 72.07              | 37.28 | ACTIVE | 0.000 | -3.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 13.39       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 20 D  | 2.860 | -1.1905E-02 | 75.63 | 14.30 | 75.63              | 38.96 | ACTIVE | 0.000 | -3.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 14.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 21 D  | 3.056 | -1.0289E-02 | 79.46 | 15.28 | 79.46              | 40.64 | ACTIVE | 0.000 | -4.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 15.28       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 22 D  | 3.238 | -8.6910E-03 | 83.01 | 16.19 | 83.01              | 42.32 | ACTIVE | 0.000 | -4.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 16.19       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 23 D  | 3.443 | -7.1102E-03 | 87.01 | 17.22 | 87.01              | 44.11 | ACTIVE | 0.000 | -4.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 17.22       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 24 D  | 3.638 | -5.5457E-03 | 90.81 | 18.19 | 90.81              | 45.91 | ACTIVE | 0.000 | -4.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 18.19       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 25 D  | 4.022 | -3.9958E-03 | 94.58 | 20.11 | 94.58              | 47.71 | UL-RL  | 6907. | -4.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 20.11       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 26 D  | 6.502 | -2.4582E-03 | 98.55 | 32.51 | 98.55              | 49.49 | UL-RL  | 6907. | -5.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 32.51       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 27 D  | 8.967 | -9.3038E-04 | 102.3 | 44.84 | 102.3              | 51.26 | UL-RL  | 6907. | -5.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 44.84       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 28 D  | 11.42 | 5.9042E-04  | 106.2 | 57.10 | 106.2              | 57.29 | UL-RL  | 6907. | -5.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 57.10       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 29 D  | 13.87 | 2.1068E-03  | 109.8 | 69.33 | 109.8              | 69.33 | V-C    | 6907. | -5.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 69.33       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 30 D  | 16.31 | 3.6209E-03  | 113.7 | 81.53 | 113.7              | 81.53 | V-C    | 6907. | -5.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 81.53       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 31 D  | 9.372 | 5.1342E-03  | 117.3 | 93.72 | 117.3              | 93.72 | V-C    | 6907. | -6.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 93.72       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |

```

+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*                |
|                                                                                                                    |
|                NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589                                          |
|                Exe Time :26 October 2018  15:59:17                                                                |
+-----+
New Project

```

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   2

O\_R :  
ELEMENT TYPE    5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP    31  
C U R R E N T    T I M E    I S    2.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P       | MAX-H-P | STATE   | STIFFNESS | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|---------|------------|------------|---------------|---------|---------|-----------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq     | Su_a       | Su_p       | LAYER         |         |         |           |         |       |
| -----    |         |         |            |            |               |         |         |           |         |       |
| 1        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 2        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 3        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 4        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 5        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 6        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 7        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 8        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 9        | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |
| 10       | 0.000   | --      | --         | --         | --            | --      | REMOVED | --        | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000   | 0.000      | 0.000      | not available |         |         |           |         |       |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |             |       |       |                    |       |         |       |        |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|---------|-------|--------|-------|
| 11    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -2.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 12    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -2.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 13    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -2.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 14    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -2.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 15    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -2.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 16    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -3.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 17    | 0.000 | --          | --    | --    | --                 | --    | REMOVED | --    | -3.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000       | 0.000 | 0.000 | not available      |       |         |       |        |       |
| 18 D  | 6.298 | 1.5189E-02  | 1.700 | 31.49 | 57.80              | 34.57 | PASSIVE | 0.000 | -3.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 31.49       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 19 D  | 9.806 | 1.3539E-02  | 5.100 | 49.03 | 61.20              | 49.03 | PASSIVE | 0.000 | -3.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 49.03       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 20 D  | 13.32 | 1.1905E-02  | 8.500 | 66.58 | 64.60              | 66.58 | PASSIVE | 0.000 | -3.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 66.58       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 21 D  | 13.22 | 1.0289E-02  | 11.90 | 66.12 | 68.00              | 66.12 | V-C     | 4525. | -4.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 66.12       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 22 D  | 12.22 | 8.6910E-03  | 15.30 | 61.08 | 71.40              | 61.08 | V-C     | 4525. | -4.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 61.08       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 23 D  | 11.20 | 7.1102E-03  | 18.70 | 55.99 | 74.80              | 55.99 | V-C     | 4525. | -4.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 55.99       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 24 D  | 10.18 | 5.5457E-03  | 22.10 | 50.89 | 78.20              | 50.89 | V-C     | 4525. | -4.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 50.89       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 25 D  | 9.159 | 3.9958E-03  | 25.50 | 45.79 | 81.60              | 45.79 | V-C     | 4525. | -4.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 45.79       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 26 D  | 8.141 | 2.4582E-03  | 28.90 | 40.70 | 85.00              | 47.30 | UL-RL   | 4525. | -5.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 40.70       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 27 D  | 7.124 | 9.3038E-04  | 32.30 | 35.62 | 88.40              | 48.89 | UL-RL   | 4525. | -5.200 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 35.62       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 28 D  | 6.108 | -5.9042E-04 | 35.70 | 30.54 | 91.80              | 50.49 | UL-RL   | 4525. | -5.400 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 30.54       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 29 D  | 5.092 | -2.1068E-03 | 39.10 | 25.46 | 95.20              | 52.09 | UL-RL   | 4525. | -5.600 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 25.46       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 30 D  | 4.074 | -3.6209E-03 | 42.50 | 20.37 | 98.60              | 53.69 | UL-RL   | 4525. | -5.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 20.37       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |
| 31 D  | 1.527 | -5.1342E-03 | 45.90 | 15.27 | 102.0              | 55.29 | UL-RL   | 4525. | -6.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 15.27       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |         |       |        |       |

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                                                     |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.ALM1R1R3pertiranti_76589                                |
|          Exe Time :26 October 2018  15:59:17                                                    |
+-----+
New Project

```

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 3

WallElement\_33 :  
ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 30  
CURRENT TIME IS 2.0000

WALL2D ELEMENT

| EL | TA      | TB       | MA           | MB          |
|----|---------|----------|--------------|-------------|
| 1  | 0.25360 | -0.25360 | -6.84963E-12 | 5.07200E-02 |
| 2  | 0.82499 | -0.82499 | -5.07200E-02 | 0.21572     |
| 3  | 1.6121  | -1.6121  | -0.21572     | 0.53814     |
| 4  | 2.6238  | -2.6238  | -0.53814     | 1.0629      |
| 5  | 3.8717  | -3.8717  | -1.0629      | 1.8372      |
| 6  | 5.3562  | -5.3562  | -1.8372      | 2.9085      |
| 7  | 7.0820  | -7.0820  | -2.9085      | 4.3249      |
| 8  | 9.0518  | -9.0518  | -4.3249      | 6.1352      |
| 9  | 11.235  | -11.235  | -6.1352      | 8.3823      |
| 10 | 13.638  | -13.638  | -8.3823      | 11.110      |
| 11 | 14.767  | -14.767  | -11.110      | 14.063      |
| 12 | 16.080  | -16.080  | -14.063      | 17.279      |
| 13 | 17.603  | -17.603  | -17.279      | 20.800      |
| 14 | 19.309  | -19.309  | -20.800      | 24.662      |
| 15 | 21.220  | -21.220  | -24.662      | 28.906      |
| 16 | 23.316  | -23.316  | -28.906      | 33.569      |
| 17 | 25.612  | -25.612  | -33.569      | 38.691      |
| 18 | 21.794  | -21.794  | -38.691      | 43.050      |
| 19 | 14.665  | -14.665  | -43.050      | 45.983      |
| 20 | 4.2108  | -4.2108  | -45.983      | 46.825      |
| 21 | -5.9567 | 5.9567   | -46.825      | 45.634      |
| 22 | -14.935 | 14.935   | -45.634      | 42.647      |
| 23 | -22.691 | 22.691   | -42.647      | 38.109      |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|    |         |        |         |              |
|----|---------|--------|---------|--------------|
| 24 | -29.231 | 29.231 | -38.109 | 32.262       |
| 25 | -34.368 | 34.368 | -32.262 | 25.389       |
| 26 | -36.006 | 36.006 | -25.389 | 18.188       |
| 27 | -34.163 | 34.163 | -18.188 | 11.355       |
| 28 | -28.852 | 28.852 | -11.355 | 5.5847       |
| 29 | -20.078 | 20.078 | -5.5847 | 1.5691       |
| 30 | -7.8456 | 7.8456 | -1.5691 | -5.28644E-12 |

```

+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                              |
|                NewProject.BaseDesignSection_28.AlM1R1R3pertiranti_76589  |
|                Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

```

F I N A L     I N C R E M E N T A L     A N A L Y S I S

S U M M A R Y

| STEP |                  | NO. OF ITERATIONS |
|------|------------------|-------------------|
| 1    | CONVERGENCE :YES | 2                 |
| 2    | CONVERGENCE :YES | 6                 |

END OF PROCESS FOR PROBLEM  
New Project  
NONLINEAR SOLUTION CPU TIME .... 0.02 [sec]  
DATABASE CREATION CPU TIME..... 0.09 [sec]

## Design Assumption : A2+M2+R1 - File di Paratie - File di input (.d)

```

* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: A2+M2+R1
* Time:venerdi 26 ottobre 2018 15:59:17
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL LeftWall_32 0 -6 0 1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 0_L LeftWall_32 -6 0 1 0
SOIL 0_R LeftWall_32 -6 0 2 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (A-R_2_8_L_0)
*
LDATA A-R_2_8_L_0 0 LeftWall_32
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 17 7 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 28 0 0 0
YOUNG 3000 3000
ENDL
*
* Soil Profile (B-LS_7249_7252_L_0)
*
LDATA B-LS_7249_7252_L_0 -2 LeftWall_32
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 17 7 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 5 33 0 0 0
YOUNG 1.5E+04 1.5E+04
ENDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 113 Name=S275 E=210000000 kPa
MATERIAL S275_113 2.1E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_33 LeftWall_32 -6 0 S275_113 0.1811 00 00 0

* 6.2: Supports

```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
* 6.3: Strips
STRIP LeftWall_32 2 2 3.3 6.7 0 26 45
STRIP LeftWall_32 1 2 0 1.4 0 8 45
STRIP LeftWall_32 1 2 1.4 13.6 0 16 45

* 7: Defining Steps
STEP Stagel_Litostatica_31
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-FRICT=23.04 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-FRICT=23.04 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KA=0.389 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KP=2.9 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KA=0.389 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KP=2.9 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-FRICT=27.45 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-FRICT=27.45 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KA=0.324 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KP=3.695 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KA=0.324 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KP=3.695 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-COHE=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-COHE=0 LeftWall_32
CHANGE A-R_2_8_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-COHE=4 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-COHE=4 LeftWall_32
CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
SETWALL LeftWall_32
GEOM 0 0
SURCHARGE 0 0 0 0
WATER -15 0 -6 0 0
ADD WallElement_33
ENDSTEP

STEP Stage7_scavo_19278
SETWALL LeftWall_32
GEOM 0 -3.3
SURCHARGE 0 0 0 0
WATER -15 0 -6 0 0
ENDSTEP
```

## Design Assumption : A2+M2+R1 - File di Paratie - File di output (.out)

```
+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*                |
|                                                                              |
|                                NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619    |
|                                Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

*****
*
*   PARATIE PLUS Non-Linear Spring Engine
*
*   AN ELASTOPLASTIC FINITE ELEMENT PROGRAM
*   FOR FLEXIBLE EARTH-RETAINING STRUCTURES
*
*   Written by Ce.A.S. s.r.l. (ITALY)
*   with the scientific supervision of
*   Roberto Nova - full professor SOIL MECHANICS
*   at Politecnico di Milano (ITALY)
*
*****
*
*   RELEASE    2018.1    *Build date:Jun 29, 2018*    *
*
*
*   Ce.A.S.    S.R.L    CENTRO DI ANALISI STRUTTURALE
*               VIALE    GIUSTINIANO 10
*               20129    M I L A N O    (ITALIA)
*   TEL.        +39 02 2020221
*
*   email       bruno.becci@ceas.it
*   Web Page    www.ceas.it    www.paratieplus.com
*
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

\*\*\*\*\*

JOB : NewProject.BaseDesignSection\_28.A2M2R1\_76619

STARTING

ACCEPTED <FILE,GENW

>

ACCEPTED <FILE,PLOTTER,BINARY

>

ACCEPTED <SOLVE TOTAL\_STRESS

>

ACCEPTED <PARAM ITEMAX 40

>

ACCEPTED <CONTROL HINGES 0 0.0001 0.001

>

\*\*\*\*\*

\* \*

\* WARNING : PORE PRESSURES ARE AUTOMATICALLY COMPUTED \*

\* BY THE PROGRAM. \*

\*\*\*\*\*

PRELIMINARY OPERATIONS CPU TIME 0.00 [sec]



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619      |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17             |
+-----+
```

INPUT FILE HAS BEEN GENERATED BY WALGEN PROGRAM

New Project

```
NO. OF NODAL POINTS (NUMNP) ..... 31
NO. OF COORDINATES (NCOORD)..... 2
NO. OF NODE DOFS (NDOF)..... 2
NO. OF EQUATIONS (NEQ)..... 62
NO. OF CONSTRAINTS CARDS (NVINC)..... 0
NO. OF ELEMENT GROUPS (NEG)..... 3
NO. OF SOLUTION STEPS (NSTE)..... 2
NO. OF ELEMENT SETS ATTACHED TO SLAVE NODES ... 0
NO. OF RECORD FROM WALGEN ..... 60
NO. OF LONG NAMES (LASTNAME) ..... 11
LENGTH UNIT CHOICE ..... 3 (M )
FORCE UNIT CHOICE ..... 3 (KN )
MAX PORE PRESSURE TABLE LENGTH..... 1
NO. OF ELEMENT GROUPS REQUIRING ADD. SLIP DOF . 0
```

```
IDOFA (01) = 2 Y-DISPL.F
IDOFA (02) = 4 X-ROT. F
```

RELEVANT ITEMS UNITS

```
STRESSES                kPa
Y-DISPLACEMENTS        m
ROTATIONS               RADIANs
BEAM AND SLAB MOMENTS   kN*m/m
BEAM SHEAR FORCES       kN/m
ANCHOR FORCES           kN/m
AXIAL FORCES IN TRUSSES kN/m
AXIAL FORCES SPRINGS    kN/m
Y-REACTIONS             kN/m
X-MOMENT REACTIONS      kN*m/m
ETC.
```

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619      |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17             |
+-----+
```

P R E P R O C E S S O R     D A T A

N O.   O F   C O M M A N D S     60

```
1 : UNIT m kN
2 : TITLE New Project
3 : DELTA 0.2
4 : option param itemax 40
5 : option control hinges 0 0.0001 0.001
6 : WALL LeftWall_32 0 -6 0 1
7 : SOIL 0_L LeftWall_32 -6 0 1 0
8 : SOIL 0_R LeftWall_32 -6 0 2 180
9 : LDATA A-R_2_8_L_0 0 LeftWall_32
10 : ATREST 0.5 0.5 1
11 : WEIGHT 17 7 10
12 : PERMEABILITY 0.0001
13 : RESISTANCE 0 28 0 0 0
14 : YOUNG 3000 3000
15 : ENDL
16 : LDATA B-LS_7249_7252_L_0 -2 LeftWall_32
17 : ATREST 0.5 0.5 1
18 : WEIGHT 17 7 10
19 : PERMEABILITY 1E-05
20 : RESISTANCE 5 33 0 0 0
21 : YOUNG 1.5E+04 1.5E+04
22 : ENDL
23 : MATERIAL S275_113 2.1E+08
24 : BEAM WallElement_33 LeftWall_32 -6 0 S275_113 0.1811 00 00 0
25 : STRIP LeftWall_32 2 2 3.3 6.7 0 26 45
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
26 : STRIP LeftWall_32 1 2 0 1.4 0 8 45
27 : STRIP LeftWall_32 1 2 1.4 13.6 0 16 45
28 : STEP Stage1_Litostatica_31
29 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-FRICT=23.04 LeftWall_32
30 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-FRICT=23.04 LeftWall_32
31 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KA=0.389 LeftWall_32
32 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-KP=2.9 LeftWall_32
33 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KA=0.389 LeftWall_32
34 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-KP=2.9 LeftWall_32
35 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-FRICT=27.45 LeftWall_32
36 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-FRICT=27.45 LeftWall_32
37 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KA=0.324 LeftWall_32
38 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-KP=3.695 LeftWall_32
39 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KA=0.324 LeftWall_32
40 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-KP=3.695 LeftWall_32
41 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-COHE=0 LeftWall_32
42 : CHANGE A-R_2_8_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
43 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-COHE=0 LeftWall_32
44 : CHANGE A-R_2_8_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
45 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-COHE=4 LeftWall_32
46 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 U-ADHES=0 LeftWall_32
47 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-COHE=4 LeftWall_32
48 : CHANGE B-LS_7249_7252_L_0 D-ADHES=0 LeftWall_32
49 : SETWALL LeftWall_32
50 : GEOM 0 0
51 : SURCHARGE 0 0 0 0
52 : WATER -15 0 -6 0 0
53 : ADD WallElement_33
54 : ENDSTEP
55 : STEP Stage7_scavo_19278
56 : SETWALL LeftWall_32
57 : GEOM 0 -3.3
58 : SURCHARGE 0 0 0 0
59 : WATER -15 0 -6 0 0
60 : ENDSTEP
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*   |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619   |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17   |
+-----+
N O D A L       P O I N T       D A T A
+-----+

```

| NODE | Y-COORD | Z-COORD /  | NODE | Y-COORD | Z-COORD /  | NODE | Y-COORD | Z-COORD /  | NODE | Y-COORD | Z-COORD /  |
|------|---------|------------|------|---------|------------|------|---------|------------|------|---------|------------|
| 1    | 0.0000  | 0.0000 /   | 2    | 0.0000  | -0.20000 / | 3    | 0.0000  | -0.40000 / | 4    | 0.0000  | -0.60000 / |
| 5    | 0.0000  | -0.80000 / | 6    | 0.0000  | -1.0000 /  | 7    | 0.0000  | -1.2000 /  | 8    | 0.0000  | -1.4000 /  |
| 9    | 0.0000  | -1.6000 /  | 10   | 0.0000  | -1.8000 /  | 11   | 0.0000  | -2.0000 /  | 12   | 0.0000  | -2.2000 /  |
| 13   | 0.0000  | -2.4000 /  | 14   | 0.0000  | -2.6000 /  | 15   | 0.0000  | -2.8000 /  | 16   | 0.0000  | -3.0000 /  |
| 17   | 0.0000  | -3.2000 /  | 18   | 0.0000  | -3.4000 /  | 19   | 0.0000  | -3.6000 /  | 20   | 0.0000  | -3.8000 /  |
| 21   | 0.0000  | -4.0000 /  | 22   | 0.0000  | -4.2000 /  | 23   | 0.0000  | -4.4000 /  | 24   | 0.0000  | -4.6000 /  |
| 25   | 0.0000  | -4.8000 /  | 26   | 0.0000  | -5.0000 /  | 27   | 0.0000  | -5.2000 /  | 28   | 0.0000  | -5.4000 /  |
| 29   | 0.0000  | -5.6000 /  | 30   | 0.0000  | -5.8000 /  | 31   | 0.0000  | -6.0000 /  |      |         |            |

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*   |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619   |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17   |
+-----+
ELEMENT GROUP NO. 1

```

```

0_L
5 31 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0
.....2D PLASTIC SOIL .....
.....

```

element group behaviour throughout stage analysis

stage status

```

-----
1 active
2 active

```

material set no. 1

```

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

```

material set no. 2

```

prop( 1) angle          0.00000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

```

element data

| el | n  | mat | area   | ..... | ..... | ..... | flag  |
|----|----|-----|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 1  | 1   | 0.1000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 2  | 2  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 3  | 3  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 4  | 4  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 5  | 5  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 6  | 6  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 7  | 7  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 8  | 8  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 9  | 9  | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 10 | 10 | 1   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 11 | 11 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 12 | 12 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 13 | 13 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 14 | 14 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 15 | 15 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 16 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 17 | 17 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 18 | 18 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 19 | 19 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 20 | 20 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 21 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 22 | 22 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 23 | 23 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 24 | 24 | 2   | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |    |   |        |       |       |       |       |
|----|----|---|--------|-------|-------|-------|-------|
| 25 | 25 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 26 | 26 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 27 | 27 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 28 | 28 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 29 | 29 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 30 | 30 | 2 | 0.2000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 31 | 31 | 2 | 0.1000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018* |
|          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619      |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17             |
+-----+

ELEMENT GROUP NO.  2

0_R
 5 31  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  2  0  0  0  0
.....
.....2D PLASTIC SOIL .....
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage  status
-----
 1  active
 2  active

material set no.    1

prop( 1) angle          180.000
prop( 2) layer as foreseen 1.00000

material set no.    2

prop( 1) angle          180.000
prop( 2) layer as foreseen 2.00000

element data

  el  n  mat    area    ....    ....    ....    flag
-----
 1  1  1  0.1000  0.000  0.000  0.000  2.000
 2  2  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 3  3  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 4  4  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 5  5  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 6  6  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 7  7  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 8  8  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
 9  9  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
10 10  1  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
11 11  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
12 12  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
13 13  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
14 14  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
15 15  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
16 16  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
17 17  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
18 18  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
19 19  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
20 20  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
21 21  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
22 22  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
23 23  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
24 24  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
25 25  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
26 26  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
27 27  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
28 28  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
29 29  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
30 30  2  0.2000  0.000  0.000  0.000  2.000
31 31  2  0.1000  0.000  0.000  0.000  2.000

```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE  2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018* |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

ELEMENT GROUP NO.   3

WallElement_33
  2 30  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  1  0
.....
.....2D WALL ELEMENT.....
.....

element group behaviour throughout stage analysis

stage   status
-----
  1    active
  2    active

material set no.    1

prop( 1) young modulus      0.210000E+09
prop( 2) modification time  0.00000
prop( 3) new young modulus   0.00000
prop( 4) poisson ratio      0.00000
prop( 5) future ..... 0.00000

no. of step variable items:  1
step inertia multiplier
-----
  1    1.000
  2    1.000

element data

  el   na   nb   mat   erc1   erc2   thick   by-i   by-j
-----
  1    1    2    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  2    2    3    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  3    3    4    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  4    4    5    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  5    5    6    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  6    6    7    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  7    7    8    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  8    8    9    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
  9    9   10    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 10   10   11    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 11   11   12    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 12   12   13    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 13   13   14    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 14   14   15    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 15   15   16    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 16   16   17    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 17   17   18    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 18   18   19    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 19   19   20    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 20   20   21    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 21   21   22    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 22   22   23    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 23   23   24    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 24   24   25    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 25   25   26    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 26   26   27    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 27   27   28    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 28   28   29    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 29   29   30    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000
 30   30   31    1    0.000   0.000   0.1811   0.000   0.000

```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619        |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17              |
+-----+
```

```
NO. OF NODAL LOADS  (NLOAD) ..... 0
NO. OF LOAD CURVES  (NLCUR) ..... 4
MAXIMUM POINTS/LCURVE (NPTM) ..... 5
```

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619        |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17              |
+-----+
```

L O A D     D A T A

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 1
NUMBER OF TIME POINTS = 5
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 1.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 2
NUMBER OF TIME POINTS = 5
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 2.20000    | 0.0000E+00 |
| 3.00000    | 0.0000E+00 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 3
NUMBER OF TIME POINTS = 4
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 0.80000    | 0.0000E+00 |
| 1.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

```
LOAD FUNCTION NUMBER = 4
NUMBER OF TIME POINTS = 4
```

| TIME VALUE | FUNCTION   |
|------------|------------|
| 0.00000    | 0.0000E+00 |
| 1.80000    | 0.0000E+00 |
| 2.00000    | 0.1000E+01 |
| 3.00000    | 0.1000E+01 |

```
NO. OF DISTRIBUTED LOAD CARDS     0
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*
|
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17
+-----+
```

L O A D        B A L A N C E

|      |   |                            |   |           |           |
|------|---|----------------------------|---|-----------|-----------|
| STEP | 1 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 2 | Y-DISPL.F | 0.0000000 |
| STEP | 1 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 4 | X-ROT. F  | 0.0000000 |
|      |   |                            |   |           |           |
| STEP | 2 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 2 | Y-DISPL.F | 0.0000000 |
| STEP | 2 | TOTAL APPLIED LOAD IN DIR. | 4 | X-ROT. F  | 0.0000000 |

LOAD INPUT SECTION COMPLETED

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*
|
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17
+-----+
```

NO. OF LAYERS ..... 2  
NO. OF DATA PER LAYER..... 100

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*
|
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17
+-----+
```

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO.        1

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO.        1 FOR STEP NO.        1

|          |    |          |               |              |   |
|----------|----|----------|---------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1  | NAME     | = 8.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2  | NATURE   | = 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3  | LEVEL    | = 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4  | WALL     | = 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5  | GAMMAD   | = 17.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6  | GAMMAB   | = 7.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7  | GAMMAW   | = 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | = 23.040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | = 28.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | = 0.38900     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | = 2.9000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | = 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | = 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | = 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | = 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | = 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | = 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | = 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | = 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | = 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | = 23.040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | = 28.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | = 0.38900     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | = 2.9000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | = 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO.        2 FOR STEP NO.        1

|          |   |         |           |              |   |
|----------|---|---------|-----------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1 | NAME    | = 9.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2 | NATURE  | = 1.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3 | LEVEL   | = -2.0000 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4 | WALL    | = 1.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5 | GAMMAD  | = 17.000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6 | GAMMAB  | = 7.0000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7 | GAMMAW  | = 10.000  | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 8 | U-COHE  | = 4.0000  | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 8 | U-COHE  | = 5.0000  | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 9 | U-FRICT | = 27.450  | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 9 | U-FRICT | = 33.000  | WALL NO.     | 2 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|          |    |          |                |              |   |
|----------|----|----------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | >= 0.32400     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | >= 3.6950      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= 4.0000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= 5.0000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 27.450      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 33.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= 0.32400     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= 3.6950      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |

LAYER DESCRIPTORS FOR STEP NO. 2

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 1 FOR STEP NO. 2

|          |    |          |                |              |   |
|----------|----|----------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1  | NAME     | >= 8.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2  | NATURE   | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3  | LEVEL    | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4  | WALL     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5  | GAMMAD   | >= 17.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6  | GAMMAB   | >= 7.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7  | GAMMAW   | >= 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= 23.040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= 28.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | >= 0.38900     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | >= 2.9000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= 3000.0      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 23.040      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 28.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= 0.38900     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= 2.9000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= 0.10000E-03 | (BOTH WALLS) |   |

NON ZERO LAYER DESCRIPTORS FOR LAYER NO. 2 FOR STEP NO. 2

|          |    |          |                |              |   |
|----------|----|----------|----------------|--------------|---|
| ITEM NO. | 1  | NAME     | >= 9.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 2  | NATURE   | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 3  | LEVEL    | >= -2.0000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 4  | WALL     | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 5  | GAMMAD   | >= 17.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 6  | GAMMAB   | >= 7.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 7  | GAMMAW   | >= 10.000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 8  | U-COHE   | >= 4.0000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 8  | U-COHE   | >= 5.0000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= 27.450      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 9  | U-FRICT  | >= 33.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 10 | U-KA     | >= 0.32400     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 11 | U-KP     | >= 3.6950      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 12 | K0-NC    | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 13 | NEXP     | >= 0.50000     | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 14 | OCR      | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 16 | MODEL    | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 17 | EVC      | >= 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 18 | EUR      | >= 15000.      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 27 | U-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 52 | D-NATURE | >= 1.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 53 | D-LEVEL  | >= 0.0000      | (BOTH WALLS) |   |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= 4.0000      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 58 | D-COHE   | >= 5.0000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 27.450      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 59 | D-FRICT  | >= 33.000      | WALL NO.     | 2 |
| ITEM NO. | 60 | D-KA     | >= 0.32400     | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 61 | D-KP     | >= 3.6950      | WALL NO.     | 1 |
| ITEM NO. | 77 | D-PERM   | >= 0.10000E-04 | (BOTH WALLS) |   |

DEFAULT WATER UNIT WEIGHT = 10.000  
AVERAGED ON 4 VALUES



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE  2018.1    FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*  |
|                               |                               |                               |
|                               NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619                               |
|                               Exe Time :26 October 2018   15:59:17                               |
+-----+
```

PHASE DESCRIPTORS

```
STEP NO.      1

LEFT WALL      RIGHT WALL
Y              0.000      -0.9990E+30
Z-PC           0.000      0.000
Z-EXCAVATION   0.000      0.000
Z-WATER_TABLE -15.00     -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000      0.000
ZQ             0.000      0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.000      0.000
QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE 0.000      0.000
ZQS            0.000      -0.9990E+30
ZCUT           0.000      0.000
BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES -6.000     -6.000
WATER_BEHAVIOUR_FLAG (LINING OPT) 0.000      0.000
PORE_UPDATE_FLAG 0.000      0.000
PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs) 0.000      0.000
lateral thrusts reduction elevatio 0.000      0.000
Downhill reduction factor for effe 0.000      0.000
Downhill reduction factor for pore 0.000      0.000
Uphill reduction factor for effect 0.000      0.000
Uphill reduction factor for pore p 0.000      0.000
SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Kh [g] 0.000      0.000
UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g] 0.000      0.000
DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g] 0.000      0.000
UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000      0.000
UPHILL DELTA/PHI RATIO 0.000      0.000
DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000      0.000
DOWNHILL DELTA/PHI RATIO 0.000      0.000
DYN.WATER BEHAVIOUR 0.000      0.000
Excess pore pressure RATIO Ru 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL 0.000      0.000

=====end of step 1
```

```
STEP NO.      2

LEFT WALL      RIGHT WALL
Y              0.000      -0.9990E+30
Z-PC           0.000      0.000
Z-EXCAVATION   -3.300      0.000
Z-WATER_TABLE -15.00     -0.9990E+30
Q_AT_THE_FREE_FIELD_LEVEL 0.000      0.000
ZQ             0.000      0.000
DZW_OF_THE_WATER_TABLE 0.000      0.000
QS_ON_THE_EXCAVATION_SIDE 0.000      0.000
ZQS            0.000      -0.9990E+30
ZCUT           0.000      0.000
BALANCE LEVEL FOR PORE PRESSURES -6.000     -6.000
WATER_BEHAVIOUR_FLAG (LINING OPT) 0.000      0.000
PORE_UPDATE_FLAG 0.000      0.000
PORE_TAB._FLAG (gt.0= use tabs) 0.000      0.000
lateral thrusts reduction elevatio 0.000      0.000
Downhill reduction factor for effe 0.000      0.000
Downhill reduction factor for pore 0.000      0.000
Uphill reduction factor for effect 0.000      0.000
Uphill reduction factor for pore p 0.000      0.000
SEISMIC HORIZONTAL ACCEL. Kh [g] 0.000      0.000
UPHILL VERTICAL ACCEL. Kv_uh [g] 0.000      0.000
DOWNHILL VERTICAL ACCEL.Kv_dh [g] 0.000      0.000
UPHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000      0.000
UPHILL DELTA/PHI RATIO 0.000      0.000
DOWNHILL BETA ANGLE (SLOPE) [deg] 0.000      0.000
DOWNHILL DELTA/PHI RATIO 0.000      0.000
DYN.WATER BEHAVIOUR 0.000      0.000
Excess pore pressure RATIO Ru 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER VALUE 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER VALUE 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE LOWER LEVEL 0.000      0.000
SEISMIC PRESSURE UPPER LEVEL 0.000      0.000
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

=====end of step 2

LEFT-HAND WALL

LOWER LEVEL        -6.00000  
UPPER LEVEL        0.00000

RIGHT-HAND WALL

LOWER LEVEL        -6.00000  
UPPER LEVEL        0.00000

```
+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*   |
|                                                                              |
|                NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619   |
|                Exe Time :26 October 2018   15:59:17           |
+-----+
```

I N I T I A L   S T R E S S   T A B L E S

S E C T I O N

NUMBER OF DEFINED TABLES            3

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    1  
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                            2.0000  
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)    2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)            3.3000000000000000  
FOUNDATION WIDTH (B)                6.7000000000000000  
ZETA-F.....                        0.0000000000000000E+000  
Q-F .....                            26.0000000000000000  
BETA .....                            45.0000000000000000  
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING)    0.0000000000000000E+000

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    2  
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                            1.0000  
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)    2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)            0.0000000000000000E+000  
FOUNDATION WIDTH (B)                1.4000000000000000  
ZETA-F.....                        0.0000000000000000E+000  
Q-F .....                            8.0000000000000000  
BETA .....                            45.0000000000000000  
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING)    0.0000000000000000E+000

INPUT DATA FOR INITIAL STRESS SET NO.    3  
PERTAINING SOIL ELEMENTS AT Y-COORD    0.0000

ACTIVATION TIME                            1.0000  
END TIME (TIME BEYOND WHICH IT IS REMOVED)    2.0000

TYPE BOUSSINESQ

HORIZONTAL DISTANCE (DY)            1.4000000000000000  
FOUNDATION WIDTH (B)                13.6000000000000000  
ZETA-F.....                        0.0000000000000000E+000  
Q-F .....                            16.0000000000000000  
BETA .....                            45.0000000000000000  
BEHAVIOUR (0=FREE, 1=REFLECTING)    0.0000000000000000E+000

ELEMENT GROUPS BACKUP AREA CAN STAY IN CORE AT  
POSITION            1678

NO. OF D.P.W FOR THIS AREA            3665  
MAX NO. OF D.P.W. AVAILABLE            81920  
\*\* MAX NO OF ITERATIONS SET TO            40

ITER    0 RNORM = 0.000        RMNORM= 0.000  
         RINORM= 2738.        RIMNOR= 0.000





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

```
RENORM=0.3944E-29 REMNOR= 0.000      RATIO =0.3796E-16 TOLER =0.1000E-03      CONVERGED !
RFMAX = 10.74      RMMAX = 0.000
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000
RDT = 2738.      RDR = 0.000
RATIOT=0.3796E-16 RATOR= 0.000
MAX UN=0.8882E-15 IEQ= 33 NODE      17 DOF      1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.1776E-14 IEQ= 59 NODE      30 DOF      1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      1 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
RINORM= 2738.      RIMNOR= 0.000
RENORM=0.4680E-30 REMNOR=0.3364E-55 RATIO =0.1308E-16 TOLER =0.1000E-03      CONVERGED !
RFMAX = 10.74      RMMAX = 0.000
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000
RDT = 2738.      RDR = 0.000
RATIOT=0.1308E-16 RATOR= 0.000
MAX UN=0.9787E-16 IEQ= 21 NODE      11 DOF      1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.3415E-15 IEQ= 59 NODE      30 DOF      1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER      2 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
RINORM= 2738.      RIMNOR= 0.000
RENORM=0.3771E-30 REMNOR=0.1616E-54 RATIO =0.1174E-16 TOLER =0.1000E-03      CONVERGED !
RFMAX = 10.74      RMMAX = 0.000
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL= 0.000
RDT = 2738.      RDR = 0.000
RATIOT=0.1174E-16 RATOR= 0.000
MAX UN=0.1131E-15 IEQ= 21 NODE      11 DOF      1 Y-DISPL.F
MIN UN=-.2758E-15 IEQ= 59 NODE      30 DOF      1 Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

New Project
SOLUTION REACHED USING      2 ITERATIONS ON      40

P R I N T      O U T      F O R      T I M E      S T E P      1      ( AT TIME      1.000      )

PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

Y-DISPL.F      X-ROT. F
(02)      (04)      (

ALL NODAL POINTS HAVE ZERO DISPLACEMENT COMPONENTS

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)    NLS ENGINE RELEASE 2018.1    FULL VERSION *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018    15:59:17                |
+-----+

New Project

S T R E S S      R E S U L T S      F O R      G R O U P      N O .      1

O_L
ELEMENT TYPE      5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP      31
C U R R E N T      T I M E      I S      1.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

***** TOTAL STRESS FORMULATION *****

EL * FORCE      DISPL-Y      VERTICAL-P      HORIZON.-P      MAX-V-P      MAX-H-P      STATE      STIFFNESS Z-LEVEL      PORE
E FACTOR      UFACTOR      Peq      Su_a      Su_p      LAYER
-----
1 D      0.000      -2.7108E-20      8.000      0.000      8.000      0.000      V-C      5670.      0.000      0.000
1.000      1.000      0.000      0.000      0.000      A-R_2_8_L_0
2 D      1.256      -2.6482E-20      9.011      6.282      9.011      6.282      V-C      5670.      -0.2000      0.000
1.000      1.000      6.282      0.000      0.000      A-R_2_8_L_0
3 D      1.702      -2.5855E-20      12.41      8.510      12.41      8.510      V-C      5670.      -0.4000      0.000
1.000      1.000      8.510      0.000      0.000      A-R_2_8_L_0
4 D      2.129      -2.5220E-20      15.93      10.65      15.93      10.65      V-C      5670.      -0.6000      0.000
1.000      1.000      10.65      0.000      0.000      A-R_2_8_L_0
```



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole

|       |       |             |       |       |                    |       |     |            |         |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|-----|------------|---------|-------|
| 5 D   | 2.535 | -2.4572E-20 | 19.62 | 12.68 | 19.62              | 12.68 | V-C | 5670.      | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 12.68       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 6 D   | 2.921 | -2.3900E-20 | 23.30 | 14.61 | 23.30              | 14.61 | V-C | 5670.      | -1.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 14.61       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 7 D   | 3.290 | -2.3192E-20 | 27.03 | 16.45 | 27.03              | 16.45 | V-C | 5670.      | -1.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 16.45       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 8 D   | 3.646 | -2.2432E-20 | 30.78 | 18.23 | 30.78              | 18.23 | V-C | 5670.      | -1.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 18.23       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 9 D   | 3.991 | -2.1604E-20 | 34.02 | 19.95 | 34.02              | 19.95 | V-C | 5670.      | -1.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 19.95       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 10 D  | 4.328 | -2.0688E-20 | 37.35 | 21.64 | 37.35              | 21.64 | V-C | 5670.      | -1.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 21.64       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 11 D  | 4.660 | -1.9661E-20 | 41.10 | 23.30 | 41.10              | 23.30 | V-C | 3.0869E+04 | -2.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 23.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 12 D  | 4.987 | -1.8501E-20 | 44.54 | 24.94 | 44.54              | 24.94 | V-C | 3.0869E+04 | -2.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 24.94       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 13 D  | 5.312 | -1.7174E-20 | 48.43 | 26.56 | 48.43              | 26.56 | V-C | 3.0869E+04 | -2.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 26.56       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 14 D  | 5.635 | -1.5641E-20 | 51.85 | 28.17 | 51.85              | 28.17 | V-C | 3.0869E+04 | -2.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 28.17       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 15 D  | 5.956 | -1.3855E-20 | 55.64 | 29.78 | 55.64              | 29.78 | V-C | 3.0869E+04 | -2.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 29.78       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 16 D  | 6.276 | -1.1763E-20 | 59.04 | 31.38 | 59.04              | 31.38 | V-C | 3.0869E+04 | -3.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 31.38       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 17 D  | 6.595 | -9.3081E-21 | 62.77 | 32.98 | 62.77              | 32.98 | V-C | 3.0869E+04 | -3.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 32.98       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 18 D  | 6.914 | -6.4397E-21 | 66.15 | 34.57 | 66.15              | 34.57 | V-C | 3.0869E+04 | -3.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 34.57       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 19 D  | 7.232 | -3.1511E-21 | 69.84 | 36.16 | 69.84              | 36.16 | V-C | 3.0869E+04 | -3.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 36.16       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 20 D  | 7.550 | 5.5461E-22  | 73.21 | 37.75 | 73.21              | 37.75 | V-C | 3.0869E+04 | -3.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 37.75       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 21 D  | 7.868 | 4.6739E-21  | 76.86 | 39.34 | 76.86              | 39.34 | V-C | 3.0869E+04 | -4.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 39.34       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 22 D  | 8.186 | 9.2015E-21  | 80.23 | 40.93 | 80.23              | 40.93 | V-C | 3.0869E+04 | -4.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 40.93       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 23 D  | 8.505 | 1.4129E-20  | 83.84 | 42.52 | 83.84              | 42.52 | V-C | 3.0869E+04 | -4.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 42.52       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 24 D  | 8.823 | 1.9442E-20  | 87.21 | 44.11 | 87.21              | 44.11 | V-C | 3.0869E+04 | -4.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 44.11       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 25 D  | 9.141 | 2.5121E-20  | 90.58 | 45.71 | 90.58              | 45.71 | V-C | 3.0869E+04 | -4.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 45.71       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 26 D  | 9.460 | 3.1135E-20  | 94.17 | 47.30 | 94.17              | 47.30 | V-C | 3.0869E+04 | -5.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 47.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 27 D  | 9.779 | 3.7444E-20  | 97.53 | 48.89 | 97.53              | 48.89 | V-C | 3.0869E+04 | -5.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 48.89       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 28 D  | 10.10 | 4.3996E-20  | 101.1 | 50.49 | 101.1              | 50.49 | V-C | 3.0869E+04 | -5.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 50.49       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 29 D  | 10.42 | 5.0722E-20  | 104.5 | 52.09 | 104.5              | 52.09 | V-C | 3.0869E+04 | -5.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 52.09       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 30 D  | 10.74 | 5.7536E-20  | 108.0 | 53.69 | 108.0              | 53.69 | V-C | 3.0869E+04 | -5.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 53.69       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 31 D  | 5.529 | 6.4358E-20  | 111.4 | 55.29 | 111.4              | 55.29 | V-C | 3.0869E+04 | -6.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 55.29       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |

+-----+  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A2M2R1\_76619 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+  
New Project

S T R E S S R E S U L T S F O R G R O U P N O . 2

O\_R :  
ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
C U R R E N T T I M E I S 1.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y    | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P     | MAX-H-P | STATE | STIFFNESS | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|------------|------------|------------|-------------|---------|-------|-----------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq        | Su_a       | Su_p       | LAYER       |         |       |           |         |       |
| 1 D      | 0.000   | 2.7108E-20 | 0.000      | 0.000      | 0.000       | 0.000   | V-C   | 4960.     | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |           |         |       |
| 2 D      | 1.256   | 2.6482E-20 | 3.400      | 6.282      | 3.400       | 6.282   | V-C   | 4960.     | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 6.282      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |           |         |       |
| 3 D      | 1.702   | 2.5855E-20 | 6.800      | 8.510      | 6.800       | 8.510   | V-C   | 4960.     | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 8.510      | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0 |         |       |           |         |       |
| 4 D      | 2.129   | 2.5220E-20 | 10.20      | 10.65      | 10.20       | 10.65   | V-C   | 4960.     | -0.6000 | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |             |       |       |                    |       |     |            |         |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|-----|------------|---------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 10.65       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 5 D   | 2.535 | 2.4572E-20  | 13.60 | 12.68 | 13.60              | 12.68 | V-C | 4960.      | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 12.68       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 6 D   | 2.921 | 2.3900E-20  | 17.00 | 14.61 | 17.00              | 14.61 | V-C | 4960.      | -1.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 14.61       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 7 D   | 3.290 | 2.3192E-20  | 20.40 | 16.45 | 20.40              | 16.45 | V-C | 4960.      | -1.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 16.45       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 8 D   | 3.646 | 2.2432E-20  | 23.80 | 18.23 | 23.80              | 18.23 | V-C | 4960.      | -1.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 18.23       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 9 D   | 3.991 | 2.1604E-20  | 27.20 | 19.95 | 27.20              | 19.95 | V-C | 4960.      | -1.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 19.95       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 10 D  | 4.328 | 2.0688E-20  | 30.60 | 21.64 | 30.60              | 21.64 | V-C | 4960.      | -1.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 21.64       | 0.000 | 0.000 | A-R_2_8_L_0        |       |     |            |         |       |
| 11 D  | 4.660 | 1.9661E-20  | 34.00 | 23.30 | 34.00              | 23.30 | V-C | 2.2778E+04 | -2.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 23.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 12 D  | 4.987 | 1.8501E-20  | 37.40 | 24.94 | 37.40              | 24.94 | V-C | 2.2778E+04 | -2.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 24.94       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 13 D  | 5.312 | 1.7174E-20  | 40.80 | 26.56 | 40.80              | 26.56 | V-C | 2.2778E+04 | -2.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 26.56       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 14 D  | 5.635 | 1.5641E-20  | 44.20 | 28.17 | 44.20              | 28.17 | V-C | 2.2778E+04 | -2.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 28.17       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 15 D  | 5.956 | 1.3855E-20  | 47.60 | 29.78 | 47.60              | 29.78 | V-C | 2.2778E+04 | -2.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 29.78       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 16 D  | 6.276 | 1.1763E-20  | 51.00 | 31.38 | 51.00              | 31.38 | V-C | 2.2778E+04 | -3.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 31.38       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 17 D  | 6.595 | 9.3081E-21  | 54.40 | 32.98 | 54.40              | 32.98 | V-C | 2.2778E+04 | -3.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 32.98       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 18 D  | 6.914 | 6.4397E-21  | 57.80 | 34.57 | 57.80              | 34.57 | V-C | 2.2778E+04 | -3.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 34.57       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 19 D  | 7.232 | 3.1511E-21  | 61.20 | 36.16 | 61.20              | 36.16 | V-C | 2.2778E+04 | -3.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 36.16       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 20 D  | 7.550 | -5.5461E-22 | 64.60 | 37.75 | 64.60              | 37.75 | V-C | 2.2778E+04 | -3.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 37.75       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 21 D  | 7.868 | -4.6739E-21 | 68.00 | 39.34 | 68.00              | 39.34 | V-C | 2.2778E+04 | -4.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 39.34       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 22 D  | 8.186 | -9.2015E-21 | 71.40 | 40.93 | 71.40              | 40.93 | V-C | 2.2778E+04 | -4.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 40.93       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 23 D  | 8.505 | -1.4129E-20 | 74.80 | 42.52 | 74.80              | 42.52 | V-C | 2.2778E+04 | -4.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 42.52       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 24 D  | 8.823 | -1.9442E-20 | 78.20 | 44.11 | 78.20              | 44.11 | V-C | 2.2778E+04 | -4.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 44.11       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 25 D  | 9.141 | -2.5121E-20 | 81.60 | 45.71 | 81.60              | 45.71 | V-C | 2.2778E+04 | -4.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 45.71       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 26 D  | 9.460 | -3.1135E-20 | 85.00 | 47.30 | 85.00              | 47.30 | V-C | 2.2778E+04 | -5.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 47.30       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 27 D  | 9.779 | -3.7444E-20 | 88.40 | 48.89 | 88.40              | 48.89 | V-C | 2.2778E+04 | -5.200  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 48.89       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 28 D  | 10.10 | -4.3996E-20 | 91.80 | 50.49 | 91.80              | 50.49 | V-C | 2.2778E+04 | -5.400  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 50.49       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 29 D  | 10.42 | -5.0722E-20 | 95.20 | 52.09 | 95.20              | 52.09 | V-C | 2.2778E+04 | -5.600  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 52.09       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 30 D  | 10.74 | -5.7536E-20 | 98.60 | 53.69 | 98.60              | 53.69 | V-C | 2.2778E+04 | -5.800  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 53.69       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |
| 31 D  | 5.529 | -6.4358E-20 | 102.0 | 55.29 | 102.0              | 55.29 | V-C | 2.2778E+04 | -6.000  | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 55.29       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |            |         |       |

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)   NLS ENGINE RELEASE 2018.1   FULL VERSION   *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                    |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018   15:59:17                  |
+-----+
```

New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 3

WallElement\_33 :  
ELEMENT TYPE 2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 30  
CURRENT TIME IS 1.0000

WALL2D ELEMENT

| EL            | TA          | TB          | MA          | MB |
|---------------|-------------|-------------|-------------|----|
| 1-1.99985E-17 | 1.99985E-17 | 1.26218E-29 | 3.99971E-18 |    |
| 2-5.83644E-17 | 5.83644E-17 | 3.99971E-18 | 1.56726E-17 |    |
| 3-9.50967E-17 | 9.50967E-17 | 1.56726E-17 | 3.46919E-17 |    |
| 4-1.30188E-16 | 1.30188E-16 | 3.46919E-17 | 6.07295E-17 |    |
| 5-1.63622E-16 | 1.63622E-16 | 6.07295E-17 | 9.34539E-17 |    |
| 6-1.95373E-16 | 1.95373E-16 | 9.34539E-17 | 1.32529E-16 |    |
| 7-2.25402E-16 | 2.25402E-16 | 1.32529E-16 | 1.77609E-16 |    |
| 8-2.53652E-16 | 2.53652E-16 | 1.77609E-16 | 2.28339E-16 |    |
| 9-2.80051E-16 | 2.80051E-16 | 2.28339E-16 | 2.84349E-16 |    |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

10-3.04510E-16 3.04510E-16 2.84349E-16-3.45251E-16  
11-4.17591E-16 4.17591E-16 3.45251E-16-4.28770E-16  
12-5.19658E-16 5.19658E-16 4.28770E-16-5.32701E-16  
13-6.09935E-16 6.09935E-16 5.32701E-16-6.54688E-16  
14-6.87525E-16 6.87525E-16 6.54688E-16-7.92193E-16  
15-7.51416E-16 7.51416E-16 7.92193E-16-9.42476E-16  
16-8.00490E-16 8.00490E-16 9.42476E-16-1.10258E-15  
17 5.46386E-17-5.46386E-17 1.10258E-15-1.09165E-15  
18 3.88874E-17-3.88874E-17 1.09165E-15-1.08387E-15  
19 4.17463E-17-4.17463E-17 1.08387E-15-1.07552E-15  
20 6.45348E-17-6.45348E-17 1.07552E-15-1.06261E-15  
21 1.08548E-16-1.08548E-16 1.06261E-15-1.04090E-15  
22 1.75022E-16-1.75022E-16 1.04090E-15-1.00590E-15  
23 2.65108E-16-2.65108E-16 1.00590E-15-9.52878E-16  
24 3.79838E-16-3.79838E-16 9.52878E-16-8.76911E-16  
25 5.20105E-16-5.20105E-16 8.76911E-16-7.72890E-16  
26 6.86647E-16-6.86647E-16 7.72890E-16-6.35561E-16  
27 8.80036E-16-8.80036E-16 6.35561E-16-4.59554E-16  
28 1.10068E-15-1.10068E-15 4.59554E-16-2.39418E-16  
29 1.34883E-15-1.34883E-15 2.39418E-16 3.03476E-17  
30-1.51737E-16 1.51737E-16-3.03476E-17-2.01948E-28

ITER 0 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 556.8 REMNOR=0.1616E-54 RATIO =0.5466 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
RFMAX = 11.38 RMMAX =0.1103E-14  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19  
RDT = 1864. RDR =0.1000E-19  
RATIOT=0.5466 RATOR= 0.000  
MAX UN= 6.803 IEQ= 33 NODE 17 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.2272E-27 IEQ= 54 NODE 27 DOF 2 X-ROT. F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 2 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 85.66 REMNOR=0.6202E-20 RATIO =0.2144 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
RFMAX = 11.38 RMMAX =0.1103E-14  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19  
RDT = 1864. RDR =0.1000E-19  
RATIOT=0.2144 RATOR= 0.000  
MAX UN= 4.506 IEQ= 21 NODE 11 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.9754E-10 IEQ= 41 NODE 21 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 3 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 320.4 REMNOR=0.1022E-18 RATIO =0.4147 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
RFMAX = 11.38 RMMAX =0.1103E-14  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19  
RDT = 1864. RDR =0.1000E-19  
RATIOT=0.4147 RATOR= 0.000  
MAX UN= 11.01 IEQ= 41 NODE 21 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.4017 IEQ= 61 NODE 31 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 4 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 276.9 REMNOR=0.2320E-18 RATIO =0.3855 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
RFMAX = 11.38 RMMAX =0.1103E-14  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19  
RDT = 1864. RDR =0.1000E-19  
RATIOT=0.3855 RATOR= 0.000  
MAX UN= 12.23 IEQ= 43 NODE 22 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-4.406 IEQ= 59 NODE 30 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 5 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 202.2 REMNOR=0.6646E-18 RATIO =0.3294 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED  
RFMAX = 11.38 RMMAX =0.1103E-14  
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19  
RDT = 1864. RDR =0.1000E-19  
RATIOT=0.3294 RATOR= 0.000  
MAX UN= 13.42 IEQ= 47 NODE 24 DOF 1 Y-DISPL.F  
MIN UN=-.3669E-08 IEQ= 41 NODE 21 DOF 1 Y-DISPL.F  
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS 0

ITER 6 RNORM = 0.000 RMNORM= 0.000  
RINORM= 1864. RIMNOR=0.2728E-28  
RENORM= 71.42 REMNOR=0.2678E-17 RATIO =0.1958 TOLER =0.1000E-03 NOT CONVERGED



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

```
RFMAX = 11.38      RMMAX =0.1103E-14
RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19
RDT  = 1864.      RDR  =0.1000E-19
RATIOT=0.1958     RATOR= 0.000
MAX UN= 8.451     IEQ=   51 NODE      26 DOF   1  Y-DISPL.F
MIN UN=-.7180E-08 IEQ=    9 NODE      5 DOF   1  Y-DISPL.F
NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER    7 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
      RINORM= 1864.      RIMNOR=0.2728E-28
      RENORM= 7.682      REMNOR=0.2417E-17  RATIO =0.6421E-01  TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
      RFMAX = 11.38      RMMAX =0.1103E-14
      RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19
      RDT  = 1864.      RDR  =0.1000E-19
      RATIOT=0.6421E-01 RATOR= 0.000
      MAX UN= 2.694     IEQ=   55 NODE      28 DOF   1  Y-DISPL.F
      MIN UN=-.6522     IEQ=   57 NODE      29 DOF   1  Y-DISPL.F
      NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER    8 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
      RINORM= 1864.      RIMNOR=0.2728E-28
      RENORM=0.5160      REMNOR=0.2612E-17  RATIO =0.1664E-01  TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
      RFMAX = 11.38      RMMAX =0.1103E-14
      RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19
      RDT  = 1864.      RDR  =0.1000E-19
      RATIOT=0.1664E-01 RATOR= 0.000
      MAX UN=0.7181     IEQ=   53 NODE      27 DOF   1  Y-DISPL.F
      MIN UN=-.1953E-01 IEQ=   59 NODE      30 DOF   1  Y-DISPL.F
      NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER    9 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
      RINORM= 1864.      RIMNOR=0.2728E-28
      RENORM=0.7525E-02 REMNOR=0.1796E-17  RATIO =0.2009E-02  TOLER =0.1000E-03  NOT CONVERGED
      RFMAX = 11.38      RMMAX =0.1103E-14
      RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19
      RDT  = 1864.      RDR  =0.1000E-19
      RATIOT=0.2009E-02 RATOR= 0.000
      MAX UN=0.1235E-07 IEQ=    7 NODE      4 DOF   1  Y-DISPL.F
      MIN UN=-.8674E-01 IEQ=   59 NODE      30 DOF   1  Y-DISPL.F
      NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0

ITER   10 RNORM = 0.000      RMNORM= 0.000
      RINORM= 1864.      RIMNOR=0.2728E-28
      RENORM=0.2959E-15 REMNOR=0.7719E-18  RATIO =0.3985E-09  TOLER =0.1000E-03  CONVERGED !
      RFMAX = 11.38      RMMAX =0.1103E-14
      RTSMAL=0.1000E-03 RMSMAL=0.1000E-19
      RDT  = 1864.      RDR  =0.1000E-19
      RATIOT=0.3985E-09 RATOR= 0.000
      MAX UN=0.7506E-08 IEQ=   13 NODE      7 DOF   1  Y-DISPL.F
      MIN UN=-.6116E-08 IEQ=   11 NODE      6 DOF   1  Y-DISPL.F
      NO. OF CONTACT CONSTRAINT VIOLATIONS      0
```

```
+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                                                     |
|                                                                                                     |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018  15:59:17          |
+-----+
```

New Project

SOLUTION REACHED USING 10 ITERATIONS ON 40

PRINT OUT FOR TIME STEP 2 ( AT TIME 2.000 )

PRINT OUT OF ACTIVE COMPONENTS (FIXED NODES ARE NOT PRINTED OUT)

|    | Y-DISPL.F<br>(02) | X-ROT. F<br>(04) | ( |
|----|-------------------|------------------|---|
| 1  | 0.4172412         | -7.6406663E-02   |   |
| 2  | 0.4019598         | -7.6406603E-02   |   |
| 3  | 0.3866785         | -7.6406289E-02   |   |
| 4  | 0.3713974         | -7.6405399E-02   |   |
| 5  | 0.3561164         | -7.6403509E-02   |   |
| 6  | 0.3408361         | -7.6400084E-02   |   |
| 7  | 0.3255566         | -7.6394481E-02   |   |
| 8  | 0.3102785         | -7.6385939E-02   |   |
| 9  | 0.2950024         | -7.6373586E-02   |   |
| 10 | 0.2797293         | -7.6356439E-02   |   |
| 11 | 0.2644603         | -7.6333414E-02   |   |
| 12 | 0.2491964         | -7.6303595E-02   |   |
| 13 | 0.2339393         | -7.6266242E-02   |   |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

---

|    |                |                |
|----|----------------|----------------|
| 14 | 0.2186905      | -7.6220521E-02 |
| 15 | 0.2034517      | -7.6165497E-02 |
| 16 | 0.1882250      | -7.6100144E-02 |
| 17 | 0.1730124      | -7.6023337E-02 |
| 18 | 0.1578164      | -7.5933862E-02 |
| 19 | 0.1426397      | -7.5831239E-02 |
| 20 | 0.1274847      | -7.5716213E-02 |
| 21 | 0.1123540      | -7.5590405E-02 |
| 22 | 9.7249216E-02  | -7.5456305E-02 |
| 23 | 8.2171807E-02  | -7.5317283E-02 |
| 24 | 6.7122349E-02  | -7.5177578E-02 |
| 25 | 5.2100481E-02  | -7.5042297E-02 |
| 26 | 3.7104736E-02  | -7.4917418E-02 |
| 27 | 2.2132438E-02  | -7.4809792E-02 |
| 28 | 7.1792298E-03  | -7.4727135E-02 |
| 29 | -7.7604533E-03 | -7.4675044E-02 |
| 30 | -2.2692699E-02 | -7.4651621E-02 |
| 31 | -3.7622378E-02 | -7.4646222E-02 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

-----+-----  
| PARATIEPLUS(TM) NLS ENGINE RELEASE 2018.1 FULL VERSION \*Build date:Jun 29, 2018\* |  
| |  
| NewProject.BaseDesignSection\_28.A2M2R1\_76619 |  
| Exe Time :26 October 2018 15:59:17 |  
+-----+-----  
New Project

STRESS RESULTS FOR GROUP NO. 1

0\_L :  
ELEMENT TYPE 5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP 31  
CURRENT TIME IS 2.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y     | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P            | MAX-H-P | STATE  | STIFFNESS | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|-------------|------------|------------|--------------------|---------|--------|-----------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq         | Su_a       | Su_p       | LAYER              |         |        |           |         |       |
| 1 D      | 0.3112  | -0.4172     | 8.000      | 3.112      | 8.000              | 3.112   | ACTIVE | 0.000     | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 3.112       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 2 D      | 0.7012  | -0.4020     | 9.013      | 3.506      | 9.013              | 6.283   | ACTIVE | 0.000     | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 3.506       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 3 D      | 0.9660  | -0.3867     | 12.42      | 4.830      | 12.42              | 8.514   | ACTIVE | 0.000     | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 4.830       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 4 D      | 1.242   | -0.3714     | 15.96      | 6.209      | 15.96              | 10.66   | ACTIVE | 0.000     | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 6.209       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 5 D      | 1.532   | -0.3561     | 19.69      | 7.659      | 19.69              | 12.71   | ACTIVE | 0.000     | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 7.659       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 6 D      | 1.823   | -0.3408     | 23.43      | 9.115      | 23.43              | 14.67   | ACTIVE | 0.000     | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 9.115       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 7 D      | 2.120   | -0.3256     | 27.25      | 10.60      | 27.25              | 16.56   | ACTIVE | 0.000     | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 10.60       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 8 D      | 2.420   | -0.3103     | 31.11      | 12.10      | 31.11              | 18.39   | ACTIVE | 0.000     | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 12.10       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 9 D      | 2.683   | -0.2950     | 34.49      | 13.42      | 34.49              | 20.19   | ACTIVE | 0.000     | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 13.42       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 10 D     | 2.954   | -0.2797     | 37.97      | 14.77      | 37.97              | 21.95   | ACTIVE | 0.000     | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 14.77       | 0.000      | 0.000      | A-R_2_8_L_0        |         |        |           |         |       |
| 11 D     | 1.804   | -0.2645     | 41.90      | 9.021      | 41.90              | 23.70   | ACTIVE | 0.000     | -2.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 9.021       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 12 D     | 2.040   | -0.2492     | 45.53      | 10.20      | 45.53              | 25.43   | ACTIVE | 0.000     | -2.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 10.20       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 13 D     | 2.305   | -0.2339     | 49.63      | 11.53      | 49.63              | 27.16   | ACTIVE | 0.000     | -2.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 11.53       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 14 D     | 2.540   | -0.2187     | 53.26      | 12.70      | 53.26              | 28.88   | ACTIVE | 0.000     | -2.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 12.70       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 15 D     | 2.801   | -0.2035     | 57.27      | 14.00      | 57.27              | 30.59   | ACTIVE | 0.000     | -2.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 14.00       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 16 D     | 3.035   | -0.1882     | 60.89      | 15.18      | 60.89              | 32.31   | ACTIVE | 0.000     | -3.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 15.18       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 17 D     | 3.291   | -0.1730     | 64.85      | 16.46      | 64.85              | 34.01   | ACTIVE | 0.000     | -3.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 16.46       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 18 D     | 3.525   | -0.1578     | 68.45      | 17.62      | 68.45              | 35.72   | ACTIVE | 0.000     | -3.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 17.62       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 19 D     | 3.778   | -0.1426     | 72.35      | 18.89      | 72.35              | 37.42   | ACTIVE | 0.000     | -3.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 18.89       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 20 D     | 4.010   | -0.1275     | 75.94      | 20.05      | 75.94              | 39.11   | ACTIVE | 0.000     | -3.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 20.05       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 21 D     | 4.260   | -0.1124     | 79.79      | 21.30      | 79.79              | 40.81   | ACTIVE | 0.000     | -4.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 21.30       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 22 D     | 4.491   | -9.7249E-02 | 83.36      | 22.45      | 83.36              | 42.50   | ACTIVE | 0.000     | -4.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 22.45       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 23 D     | 4.754   | -8.2172E-02 | 87.42      | 23.77      | 87.42              | 44.31   | ACTIVE | 0.000     | -4.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 23.77       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 24 D     | 5.003   | -6.7122E-02 | 91.27      | 25.02      | 91.27              | 46.14   | ACTIVE | 0.000     | -4.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 25.02       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 25 D     | 5.251   | -5.2100E-02 | 95.09      | 26.26      | 95.09              | 47.96   | ACTIVE | 0.000     | -4.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 26.26       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 26 D     | 5.511   | -3.7105E-02 | 99.10      | 27.56      | 99.10              | 49.77   | ACTIVE | 0.000     | -5.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 27.56       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 27 D     | 5.755   | -2.2132E-02 | 102.9      | 28.78      | 102.9              | 51.56   | ACTIVE | 0.000     | -5.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 28.78       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 28 D     | 6.011   | -7.1792E-03 | 106.8      | 30.05      | 106.8              | 65.28   | ACTIVE | 0.000     | -5.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 30.05       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 29 D     | 20.61   | 7.7605E-03  | 110.5      | 103.0      | 110.5              | 110.4   | UL-RL  | 6174.     | -5.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 103.0       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |        |           |         |       |
| 30 D     | 39.40   | 2.2693E-02  | 114.4      | 197.0      | 114.4              | 197.0   | V-C    | 6174.     | -5.800  | 0.000 |



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |            |       |       |                    |       |     |       |        |
|-------|-------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-----|-------|--------|
| 1.000 | 1.000 | 197.0      | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |       |        |
| 31 D  | 29.09 | 3.7622E-02 | 118.1 | 290.9 | 118.1              | 290.9 | V-C | 6174. | -6.000 |
| 1.000 | 1.000 | 290.9      | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |     |       | 0.000  |

```

+-----+
|          PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*          |
|                                                                                                          |
|          NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619          |
|          Exe Time :26 October 2018  15:59:17          |
+-----+
New Project
  
```

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   2

O\_R :  
ELEMENT TYPE   5 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP   31  
C U R R E N T   T I M E   I S   2.0000

HARDENING 2D SOIL ELEMENT

\*\*\*\*\* TOTAL STRESS FORMULATION \*\*\*\*\*

| EL *     | FORCE   | DISPL-Y     | VERTICAL-P | HORIZON.-P | MAX-V-P            | MAX-H-P | STATE   | STIFFNESS | Z-LEVEL | PORE  |
|----------|---------|-------------|------------|------------|--------------------|---------|---------|-----------|---------|-------|
| E FACTOR | UFACTOR | Peq         | Su_a       | Su_p       | LAYER              |         |         |           |         |       |
| <hr/>    |         |             |            |            |                    |         |         |           |         |       |
| 1        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | 0.000   | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 2        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -0.2000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 3        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -0.4000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 4        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -0.6000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 5        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -0.8000 | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 6        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -1.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 7        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -1.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 8        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -1.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 9        | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -1.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 10       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -1.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 11       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -2.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 12       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -2.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 13       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -2.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 14       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -2.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 15       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -2.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 16       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -3.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 17       | 0.000   | --          | --         | --         | --                 | --      | REMOVED | --        | -3.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 0.000       | 0.000      | 0.000      | not available      |         |         |           |         |       |
| 18 D     | 4.332   | 0.1578      | 1.700      | 21.66      | 57.80              | 34.57   | PASSIVE | 0.000     | -3.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 21.66       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 19 D     | 6.844   | 0.1426      | 5.100      | 34.22      | 61.20              | 36.16   | PASSIVE | 0.000     | -3.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 34.22       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 20 D     | 9.357   | 0.1275      | 8.500      | 46.79      | 64.60              | 46.79   | PASSIVE | 0.000     | -3.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 46.79       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 21 D     | 11.87   | 0.1124      | 11.90      | 59.35      | 68.00              | 59.35   | PASSIVE | 0.000     | -4.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 59.35       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 22 D     | 14.38   | 9.7249E-02  | 15.30      | 71.91      | 71.40              | 71.91   | PASSIVE | 0.000     | -4.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 71.91       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 23 D     | 16.89   | 8.2172E-02  | 18.70      | 84.47      | 74.80              | 84.47   | PASSIVE | 0.000     | -4.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 84.47       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 24 D     | 19.41   | 6.7122E-02  | 22.10      | 97.04      | 78.20              | 97.04   | PASSIVE | 0.000     | -4.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 97.04       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 25 D     | 21.92   | 5.2100E-02  | 25.50      | 109.6      | 81.60              | 109.6   | PASSIVE | 0.000     | -4.800  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 109.6       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 26 D     | 24.43   | 3.7105E-02  | 28.90      | 122.2      | 85.00              | 122.2   | PASSIVE | 0.000     | -5.000  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 122.2       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 27 D     | 26.95   | 2.2132E-02  | 32.30      | 134.7      | 88.40              | 134.7   | PASSIVE | 0.000     | -5.200  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 134.7       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 28 D     | 13.91   | 7.1792E-03  | 35.70      | 69.55      | 91.80              | 69.55   | V-C     | 5062.     | -5.400  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 69.55       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |
| 29 D     | 2.838   | -7.7605E-03 | 39.10      | 14.19      | 95.20              | 52.09   | UL-RL   | 5062.     | -5.600  | 0.000 |
| 1.000    | 1.000   | 14.19       | 0.000      | 0.000      | B-LS_7249_7252_L_0 |         |         |           |         |       |





PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR  
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR  
**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**  
*Relazione di calcolo - Muri di sostegno e Palancole*

|       |       |             |       |       |                    |       |        |       |        |       |
|-------|-------|-------------|-------|-------|--------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 30 D  | 1.843 | -2.2693E-02 | 42.50 | 9.216 | 98.60              | 53.69 | ACTIVE | 0.000 | -5.800 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 9.216       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |
| 31 D  | 1.032 | -3.7622E-02 | 45.90 | 10.32 | 102.0              | 55.29 | ACTIVE | 0.000 | -6.000 | 0.000 |
| 1.000 | 1.000 | 10.32       | 0.000 | 0.000 | B-LS_7249_7252_L_0 |       |        |       |        |       |

```

+-----+
|                PARATIEPLUS(TM)  NLS ENGINE RELEASE 2018.1  FULL VERSION  *Build date:Jun 29, 2018*                |
|                                                                                                                                            |
|                                                                 NewProject.BaseDesignSection_28.A2M2R1_76619                                |
|                                                                 Exe Time :26 October 2018   15:59:17                                |
+-----+
New Project

```

S T R E S S   R E S U L T S   F O R   G R O U P   N O .   3

WallElement\_33 :  
ELEMENT TYPE      2 NO.OF ELEMENTS. IN THIS GROUP      30  
C U R R E N T      T I M E      I S      2.0000

WALL2D ELEMENT

| EL | TA      | TB       | MA           | MB          |
|----|---------|----------|--------------|-------------|
| 1  | 0.31120 | -0.31120 | 1.41156E-10  | 6.22400E-02 |
| 2  | 1.0124  | -1.0124  | -6.22400E-02 | 0.26472     |
| 3  | 1.9784  | -1.9784  | -0.26472     | 0.66039     |
| 4  | 3.2201  | -3.2201  | -0.66039     | 1.3044      |
| 5  | 4.7520  | -4.7520  | -1.3044      | 2.2548      |
| 6  | 6.5749  | -6.5749  | -2.2548      | 3.5698      |
| 7  | 8.6946  | -8.6946  | -3.5698      | 5.3087      |
| 8  | 11.115  | -11.115  | -5.3087      | 7.5316      |
| 9  | 13.798  | -13.798  | -7.5316      | 10.291      |
| 10 | 16.752  | -16.752  | -10.291      | 13.642      |
| 11 | 18.556  | -18.556  | -13.642      | 17.353      |
| 12 | 20.596  | -20.596  | -17.353      | 21.472      |
| 13 | 22.901  | -22.901  | -21.472      | 26.052      |
| 14 | 25.442  | -25.442  | -26.052      | 31.141      |
| 15 | 28.242  | -28.242  | -31.141      | 36.789      |
| 16 | 31.277  | -31.277  | -36.789      | 43.045      |
| 17 | 34.569  | -34.569  | -43.045      | 49.958      |
| 18 | 33.762  | -33.762  | -49.958      | 56.711      |
| 19 | 30.695  | -30.695  | -56.711      | 62.850      |
| 20 | 25.348  | -25.348  | -62.850      | 67.919      |
| 21 | 17.738  | -17.738  | -67.919      | 71.467      |
| 22 | 7.8465  | -7.8465  | -71.467      | 73.036      |
| 23 | -4.2946 | 4.2946   | -73.036      | 72.177      |
| 24 | -18.699 | 18.699   | -72.177      | 68.438      |
| 25 | -35.368 | 35.368   | -68.438      | 61.364      |
| 26 | -54.289 | 54.289   | -61.364      | 50.506      |
| 27 | -75.480 | 75.480   | -50.506      | 35.410      |
| 28 | -83.380 | 83.380   | -35.410      | 18.734      |
| 29 | -65.612 | 65.612   | -18.734      | 5.6119      |
| 30 | -28.059 | 28.059   | -5.6119      | 1.34719E-11 |

